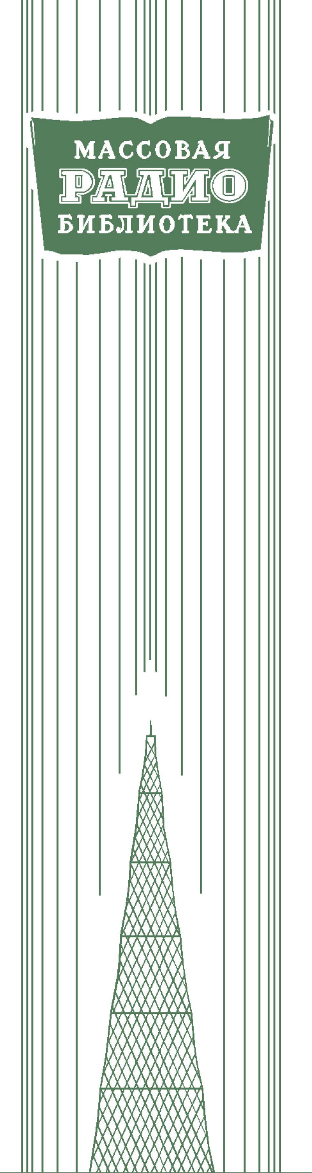
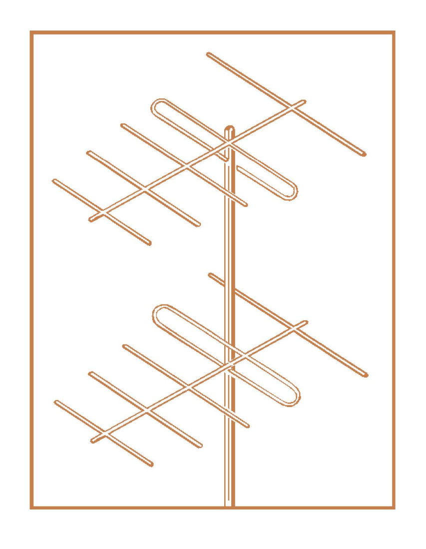



С. Е. ЗАГИК и Л. М. КАПЧИНСКИЙ

# ПРИЕМНЫЕ ТЕЛЕВИЗИОННЫЕ АНТЕННЫ





ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

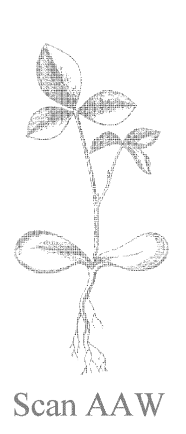
*Выпуск 306*

С. Е. ЗАГИК и Л. М. КАПЧИНСКИЙ

# ПРИЕМНЫЕ ТЕЛЕВИЗИОННЫЕ АНТЕННЫ

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ,
ПЕРЕРАБОТАННОЕ и ДОПОЛНЕННОЕ








ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

МОСКВА 1958 ЛЕНИНГРАД

*В брошюре рассмотрены различные типы наружных и комнатных антенн, предназначенных для приема одной или нескольких телевизионных программ.*

*Загик Семен Ефимович и Капчинский Лев Михайлович*
ПРИЕМНЫЕ ТЕЛЕВИЗИОННЫЕ АНТЕННЫ

Редактор *Ф. И. Тарасов* Техн. редактор *Л. Я. Медведев*

Сдано в пр-во 15/III 1958 г. Подписано к печати 4/VII 1958 г.
Бумага 84×108 1/32 4,1 п. л. Уч.-изд. л. 4,8
Т-03993 Тираж 100 000 Цена 1 р. 95 к. Зак. № 1135

Типография Госэнергоиздата. Москва, Шлюзовая наб., 10.

ГЛАВА ПЕРВАЯ

# ОСОБЕННОСТИ ПРИЕМА ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ПЕРЕДАЧ

Передача телевизионных программ в Советском Союзе осуществляется в настоящее время на двенадцати телевизионных каналах, расположенных в интервале частот от 48,5 до 100 и от 174 до 230 *Мгц*. Этим частотам соответствуют длины волн от 6,2 до 3 и от 1,73 до 1,3 *м*. Каждый канал занимает полосу частот 8 *Мгц* Разнос между несущими частотами сигналов изображения и звукового сопровождения составляет 6,5 *Мгц*. В табл 1 указаны полосы частот, занимаемые каждым из двенадцати телевизионных каналов.

Таблица 1

| Телевизионные каналы | Полоса частот, *Мгц* | Средняя частота канала, *Мгц* | Длина волны соответствующая средней частоте канала, *м* | Несущая частота сигналов изображения, *Мгц* | Несущая частота сигналов звукового сопровождения, *Мгц* |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 48,5—56,5 | 52,5 | 5,72 | 49,75 | 56,25 |
| 2 | 58—66 | 62 | 4,84 | 59,25 | 65,75 |
| 3 | 76—84 | 80 | 3,75 | 77,25 | 83,75 |
| 4 | 84—92 | 88 | 3,41 | 85,25 | 91,75 |
| 5 | 92—100 | 96 | 3,13 | 93,25 | 99,75 |
| 6 | 174—182 | 178 | 1,68 | 175,25 | 181,75 |
| 7 | 182—190 | 186 | 1,61 | 183,25 | 189,75 |
| 8 | 190—198 | 194 | 1,55 | 191,25 | 197,75 |
| 9 | 198—206 | 202 | 1,48 | 199,25 | 205,75 |
| 10 | 206—214 | 210 | 1,43 | 207,25 | 213,75 |
| 11 | 214—222 | 218 | 1,37 | 215,25 | 221,75 |
| 12 | 222—230 | 226 | 1,32 | 223,25 | 229,75 |

Электромагнитное поле, создаваемое передающей антенной телевизионного центра, в каждой точке пространства характеризуется двумя основными параметрами: поляризацией и напряженностью.

*Поляризация электромагнитного поля* определяется типом передающей антенны. Если, например, передающая антенна представляет собой горизонтально расположенный вибратор, то она создает поле, поляризованное в горизонтальной плоскости. Для получения наибольшей силы приема приемный вибратор нужно располагать также горизонтально (вертикально расположенный вибратор принимать не будет). Если поле поляризовано в вертикальной плоскоси, то приемная антенна должна быть расположена вертикально.

Передающие антенны наших телевизионных центров излучают горизонтально поляризованные волны. В этом случае уменьшаются отражения от зданий, ослабляется действие индустриальных помех и помех от радиовещательных станций (вследствие горизонтального расположения приемных антенн), облегчается конструирование направленных антенн.

При отражении горизонтально поляризованных волн от различных препятствий (здания, телеграфные провода, линии электропередачи) могут возникать и волны, поляризованные вертикально. Поэтому в каждой точке приема практически имеются как горизонтально, так и вертикально поляризованные волны.

Одновременное воздействие на приемную антенну горизонтально и вертикально поляризованных волн может приводить к искажениям изображения. Поэтому правильно выполненная наружная антенна должна принимать только горизонтально поляризованные волны.

*Напряженность электромагнитного поля*, определяющая величину сигнала, принимаемого антенной в данной точке, измеряется в вольтах на метр (*в/м*). Более мелкие единицы напряженности поля—милливольт на метр (*мв/м*) и микровольт на метр (*мкв/м*) связаны с основной единицей напряженности поля следующими соотношениями:

$$1\ в/м = 10^3\ мв/м = 10^6\ мкв/м.$$

Чем больше напряженность поля, тем больше сигнал на входе приемника.

Напряженность поля зависит от расстояния до телевизионного центра. Чем дальше от телецентра расположена точка приема, тем ниже напряженность поля в этой точке и тем слабее принятый сигнал.

В табл. 2 приведены величины напряженности поля в Москве на несущей частоте передатчика сигналов изо

бражения первого канала на высоте третьего-четвертого этажей.

Следует иметь в виду, что указанные в табл. 2 данные являются средними. На одном и том же расстоянии от телевизионного центра могут быть точки, напряженность поля в которых в несколько раз отличается от средних величин.

Таблица 2

| Расстояние до телецентра, *км* | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Напряженность поля, *мв/м* | 250 | 120 | 50 | 25 | 15 | 10 | 7 | 5,5 | 4,5 | 3,5 |

Объясняется это особенностями рельефа местности, а также тем, что в отдельных местах сильно застроенного города сказывается экранирующее действие высоких зданий и жилых массивов.

Напряженность поля в городе может сильно меняться от точки к точке даже в пределах одного небольшого участка. Дело в том, что результирующая величина напряженности поля в каждой точке определяется интерференцией (сложением или вычитанием) прямой волны, идущей от передающей антенны телевизионного центра, и большого числа волн, отраженных от земли и от зданий. Если, например, в какой-либо точке происходит усиление поля в результате взаимодействия нескольких волн, пришедших с различных направлений, то в другой, близко расположенной точке может происходить ослабление поля. Даже в пределах крыши одного и того же дома могут быть точки, напряженность поля в которых отличается в несколько раз.

Телевизионный сигнал занимает весьма широкую полосу частот. Сложение и вычитание прямого и отраженного сигналов иногда приводит к тому, что в точке установки антенны может происходить усиление поля на одних частотах в пределах спектра телевизионного сигнала и ослабление поля на других частотах. Это вызывает частотные искажения телевизионного изображения, избавиться от которых можно подбором места установки антенны.

Важной особенностью приема телевизионных передач в городе является возможность появления на экране телевизора дополнительных, так называемых «повторных» изображений. Представим, что в точку установки прием-

ной антенны пришло два сигнала: прямой от передающей антенны и отраженный от какого-либо здания. Отраженный сигнал проходит большее расстояние, чем прямой, и попадает в точку приема позднее прямого. Поэтому на экране телевизора мы увидим два изображения, соответствующие прямому и отраженному сигналам. Поскольку развертка электронного луча в кинескопе по строкам осуществляется слева направо, то дополнительное изображение, запаздывающее по времени, окажется правее основного изображения.

Устранить или ослабить повторное изображение на экране телевизора можно, используя направленные свойства приемной антенны. Антенну следует установить так, чтобы она не принимала отраженный сигнал.

Если при установке антенны не удается избавиться от повторного сигнала, то его можно частично или полностью скомпенсировать, установив вторую приемную антенну, работающую на то же снижение, что и первая. Положение второй антенны и длина ее кабеля до общего снижения подбираются таким образом, чтобы в наибольшей степени ослабить повторный сигнал. Этот способ применяют главным образом при установке коллективных антенн (для индивидуального использования он может оказаться слишком сложным).

Повторные изображения могут быть вызваны не только отражениями от местных предметов, но и рассогласованием в антенно-фидерной системе, о чем будет рассказано далее.

В связи с широким распространением комнатных антенн необходимо вкратце остановиться на особенностях приема ультракоротких волн внутри помещений.

Интерференционный характер электромагнитного поля ультракоротких волн выражен внутри помещений более резко, чем вне их. Это объясняется значительными отражениями от стен и различных предметов, находящихся в комнате. Поле внутри помещения является, как правило, полем стоячих волн с явно выраженными минимумами и максимумами.

На рис. 1 показана характерная картина распределения горизонтальной составляющей электромагнитного поля на несущих частотах изображения и звукового сопровождения первого телевизионного канала, экспериментально полученная в комнате одного из домов г. Москвы. На плане комнаты крестиками показаны точки, в которых проив-

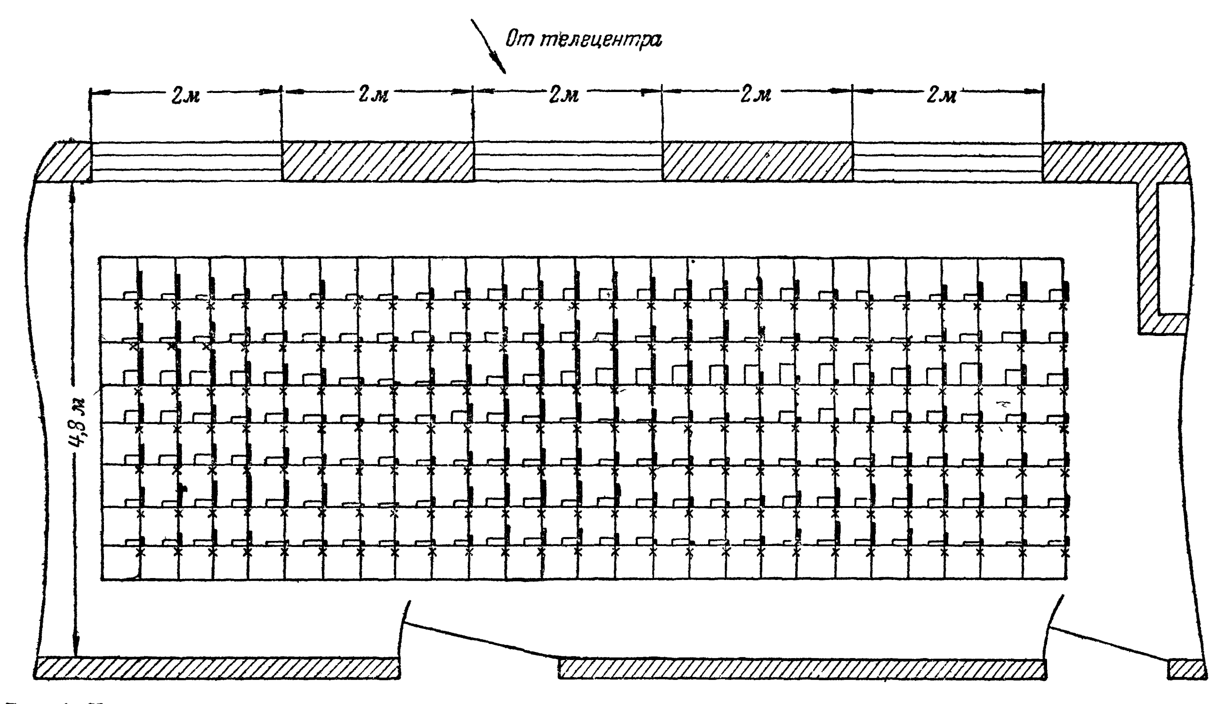



**Рис. 1.** Картина распределения в помещении горизонтальной составляющей электромагнитного поля на несущих частотах изображения и звукового сопровождения первого телевизионного канала.

водились измерения напряженности поля. Величина ее на несущей частоте изображения в каждой точке пропорциональна высоте зачерненного, а на несущей частоте звукового сопровождения — незачерненного столбика.

Из рис. 1 видно, что напряженность поля как на несущей изображения, так и на несущей звука изменяется от точки к точке. Точки с максимальной (минимальной) величиной напряженности поля сигналов звука и изображения в большинстве случаев не совпадают. Это приводит к тому, что при установке антенны в отдельных местах комнаты может пропадать прием звука или изображения.

Приведенная картина распределения напряженности поля свидетельствует также о том, что возможны случаи резкого ослабления или увеличения амплитуды отдельных составляющих в спектре сигнала телевизионного изображения, что приводит к ухудшению качества картинки на экране (например, пониженная четкость).

Относительная величина вертикальной составляющей поля по сравнению с горизонтальной составляющей в помещении выше, чем вне помещения. Это объясняется возбуждением различных металлических конструкций в стенах здания, осветительной проводки и т. д. Могут иметь место случаи, когда вертикальная составляющая поля в некоторых местах помещения преобладает над горизонтальной составляющей. В этих случаях приемный вибратор приходится устанавливать наклонно и даже вертикально. Из сказанного следует, что место установки и положение приемной антенны в комнате нужно тщательно подбирать.

Напряженность поля внутри помещения значительно ниже напряженности поля на крыше, что объясняется экранирующим действием окружающих зданий и частичным поглощением электромагнитной энергии в стенах здания. В сильно застроенных районах в «затененных» помещениях (окна выходят в сторону, противоположную телецентру) напряженность поля в нижних этажах падает в 20—30 раз и в верхних этажах в 15—20 раз по сравнению с напряженностью поля на крыше; что касается «освещенных» помещений (окна выходят в сторону телецентра), то напряженность поля падает здесь в 20—30 раз в нижних и в 6—7 раз в верхних этажах. В малозастроенных районах поле в помещении отличается от поля на крыше в меньшей степени. Так, например, в «затененных» помещениях поле ослабляется в 10—12 раз в нижних и в 6—7 раз в верх-

них этажах, а в «освещенных» помещениях в 8—10 раз в нижних этажах и в 2—3 раза в верхних.

Можно считать, что уверенный прием первой телевизионной программы в Москве на комнатные антенны может производиться, за небольшим исключением, в радиусе 5—6 *км* от телецентра при чувствительности приемника 500—1 000 *мкв* (КВН-49, Т-2 «Ленинград» и т. д.), а на более чувствительные телевизоры («Темп-3», «Знамя», «Рубин» и т. д.) и на бо̀льших расстояниях.

Радиус уверенного приема второй программы телевидения на комнатные антенны в Москве меньше в связи с тем, что передатчик второй программы в настоящее время имеет меньшую мощность, чем передатчик первой программы.

Последнее время серьезное внимание уделяется приему телевидения на больших расстояниях от телецентров. Поэтому необходимо вкратце рассказать об особенностях дальнего распространения ультракоротких волн.

Трассу распространения ультракоротких волн обычно делят на три основных участка: зону прямой видимости (освещенную зону), зону тени и промежуточную зону—полутени, называемую обычно зоной дифракции.

В связи с тем, что диэлектрическая проницаемость воздуха меняется по высоте, ультракороткие волны преломляются в атмосфере и распространяются поэтому не по прямолинейным, а по изогнутым траекториям. Это явление, называемое рефракцией, приводит к тому, что освещенная зона оказывается несколько большей, чем подсчитанная в предположении прямолинейного распространения.

С учетом явления рефракции дальность прямой видимости $r$ (в километрах) может быть определена по формуле

$$r = 4{,}1\,(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}),$$

где $h_1$ и $h_2$ — высота установки передающей и приемной антенн, *м*.

Например, если высота мачты телецентра $h_1 = 180$ *м*, а высота установки приемной антенны $h_2 = 20$ *м*, то дальность прямой видимости $r = 4{,}1\,(\sqrt{180} + \sqrt{20}) = 73$ *км*.

В пределах зоны прямой видимости напряженность поля достаточно велика и стабильна для надежного приема телевизионных передач. Однако напряженность поля падает с увеличением расстояния, и в зоне прямой видимости на расстояниях в несколько десятков километров от телецентра приходится применять направленные антенны

В табл. 3 приведены средние значения напряженности поля Московского телецентра на первом телевизионном канале для зоны прямой видимости на высоте 15—20 *м*.

Таблица 3

| Расстояние до телецентра, *км* . . . . . . . | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Напряженность поля, *мкв/м* . . . . . . . | 3 500 | 2 000 | 1 000 | 550 | 300 | 200 | 100 | 70 |

На рис. 2 приведена карта напряженности поля (в микровольтах на метр) передатчика изображения Московского телевизионного центра.

В зоне полутени (100—150 *км* от телевизионного центра) напряженность поля быстро убывает с расстоянием. Для приема телевизионных передач в этой зоне приходится использовать направленные антенны с большим коэффициентом усиления и устанавливать их, по возможности, высоко. В зоне полутени прием иногда бывает нестабильным, наблюдаются как быстрые, так и медленные замирания электромагнитного поля.

Что касается зоны тени, то раньше считали, что прием в этой зоне вообще невозможен. Однако проведенные в последние годы работы по распространению радиоволн показали, что и в зоне тени на расстоянии до нескольких сот километров от телецентра имеется электромагнитное поле, превышающее иногда во много раз поле, рассчитанное по дифракционным формулам, учитывающим способность радиоволн огибать земную поверхность. Этот факт объясняется рассеянием радиоволн на неоднородностях тропосферы. Напряженность рассеянного поля невелика, и прием может осуществляться только на остронаправленные антенны с большим коэффициентом усиления. Возможность приема телевизионных сигналов, имеющих широкий спектр частот, за счет рассеянного поля еще до конца не изучена.

Часто наблюдаются случаи приема передач телевизионных центров, находящихся на расстоянии нескольких тысяч километров от места приема. Такой прием возмо жен при определенных состояниях ионосферы, когда волны метрового диапазона не проходят сквозь ионосферу, а отражаются ею обратно на землю.

Прием за счет отражения от ионосферы нерегулярен, так как области ионосферы, участвующие в отражении, быстро меняют свои свойства и положение в пространстве.




Рис. 2. Карта напряженности поля (в микровольтах на метр) передатчика сигналов изображения Московского телевизионного центра (пунктиром показаны линии равной напряженности поля).

Чаще всего сверхдальний прием наблюдается на частотах от 30 до 60 *Мгц*. На частотах выше 100 *Мгц* такой прием, по-видимому, вообще невозможен.

## ГЛАВА ВТОРАЯ

# ПАРАМЕТРЫ ПРИЕМНЫХ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ АНТЕНН

Приемные телевизионные антенны характеризуются входным сопротивлением, диаграммой направленности, действующей длиной и коэффициентом усиления.

Входным сопротивлением антенны называют сопротивление в тех ее точках, к которым подключена фидерная линия. В общем случае входное сопротивление антенны имеет активную и реактивную составляющие. Реактивная составляющая может иметь как индуктивный, так и емкостный характер.

Если антенна настроена в резонанс, то реактивная составляющая ее входного сопротивления равна нулю. Так, например, входное сопротивление линейного полуволнового вибратора (рис. 3), настроенного в резонанс, является чисто активным и составляет 73,1 *ом*.

При небольших изменениях частоты (относительно резонансной) активная составляющая входного сопротивления вибратора меняется мало, но появляется реактивная составляющая входного сопротивления. На частотах ниже резонансной реактивная составляющая имеет емкостный, а на частотах выше резонансной индуктивный характер.

Величина входного сопротивления антенны и характер его изменения в полосе частот телевизионного канала определяют мощность, отдаваемую антенной в цепь приемника, а также неравномерность частотной характеристики антенно-фидерного тракта.

Чем меньше меняется входное сопротивление антенны при изменении частоты, тем антенна широкополоснее.

Диаграмма направленности приемной антенны характеризует зависимость э. д. с., наведенной в антенне электромагнитным полем, от направления прихода сигнала. Так, например, на зажимах полуволнового вибратора (рис. 3) развивается наибольшая э д. с, когда принимаемый сигнал приходит с направления, перпендикулярного вибратору. Когда же направление прихода сигнала совпадает с осью вибратора, то э. д с. равна нулю При приеме с любых других направлений э д с имеет промежуточные значения (между нулем и максимумом).

Если графически изобразить зависимость величины э. д. с. от направления прихода сигнала, условно приняв максимальную э. д. с. равной единице, то получим кривую, которую называют диаграммой направленности На рис. 4,*а* изображена диаграмма направленности горизонтального полуволнового вибратора в горизонтальной плоскости (а также в любой другой плоскости, проходящей через ось вибратора), а на рис. 4,*б*—диаграмма направленности того же вибратора в вертикальной плоскости, перпендикулярной его оси.

Допустим, что сигнал приходит под углом 45° к оси вибратора в горизонтальной плоскости и длина соответствующего этому направлению отрезка *mn* (рис. 4,*а*) на диаграмме направленности составляет 0,62 от длины отрезка *pn*, соответствующего наибольшей величине э. д. с. Это

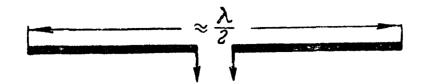



Рис. 3. Линейный полуволновой вибратор.

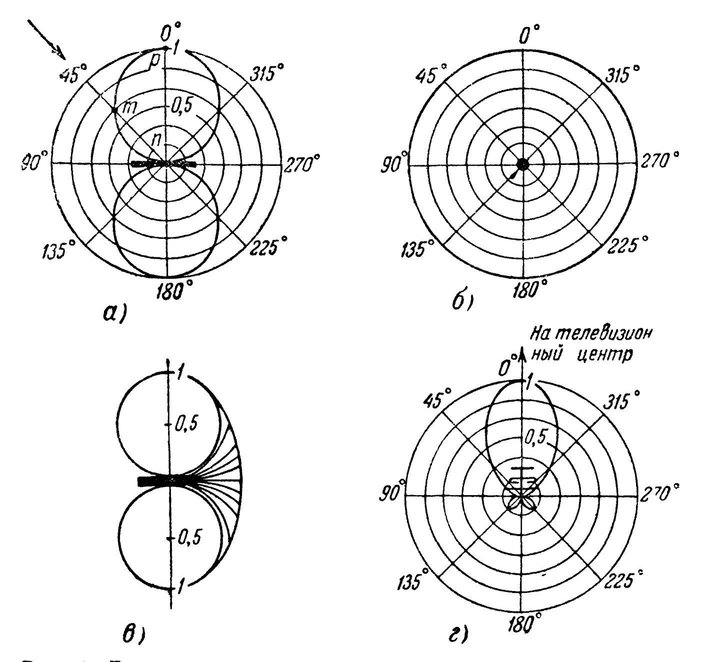



Рис. 4. Диаграммы направленности телевизионных антенн.

*а* — диаграмма линейного вибратора в горизонтальной плоскости; *б* — то же в вертикальной плоскости; *в*—пространственная диаграмма направленности линейного вибратора (разрез); *г* — диаграмма направленности в горизонтальной плоскости антенны типа „волновой канал".

означает, что э. д. с., которая в этом случае развивается на зажимах антенны, составляет 0,62 от максимальной э. д. с.

Пространственная диаграмма направленности полуволнового вибратора изображена на рис. 4,*в*. Сечение этой диаграммы горизонтальной плоскостью имеет вид восьмерки и представляет собой диаграмму направленности

в горизонтальной плоскости. Сечение вертикальной плоскостью, перпендикулярной оси вибратора, дает диаграмму направленности в вертикальной плоскости, имеющую форму круга.

Диаграмма направленности антенны определяется ее конструкцией. Например, диаграмма направленности в горизонтальной плоскости многоэлементной антенны типа «волновой канал» изображена на рис. 4,*г*. Антенна с гакой диаграммой в отличие от полуволнового вибратора принимает только сигналы, приходящие с направлений, заключенных в относительно узком угле, в пределах которого расположен основной лепесток диаграммы направленности. Поэтому многоэлементная антенна позволяет в большей степени, чем полуволновой вибратор, ослабить действие помех, приходящих с направлений, отличных от направления на телевизионный центр.

Обычно ширина диаграммы направленности оценивается величиной угла, в пределах которого э. д. с, наведенная в антенне электромагнитным полем, спадает до уровня 0,7 от максимальной.

Помимо основного лепестка, любая направленная антенна, как правило, имеет небольшие задние или боковые лепестки. Чем меньше задние или боковые лепестки, тем слабее сказываются помехи при приеме. Уровень этих лепестков у обычно применяемых направленных приемных телевизионных антенн составляет по напряжению 0,1—0,2 от максимального значения основного лепестка.

**Действующей длиной приемного вибратора** называют величину, на которую надо умножить напряженность поля в точке приема, чтобы получить значение э. д. с., развиваемой на зажимах антенны в случае, когда сигнал приходит с направления максимального приема. Действующая длина измеряется обычно в метрах и зависит от геометрических размеров антенны и длины волны.

Для линейного полуволнового вибратора действующая длина

$$h_д = \frac{\lambda}{\pi},$$

где $\lambda$ — длина волны, *м*, а $\pi = 3{,}14$.

Действующая длина шлейф-вибратора вдвое больше.

**Коэффициент усиления приемной антенны** по напряжению показывает, во сколько раз напряжение, развиваемое антенной на согласованной нагрузке

превышает напряжение, развиваемое на той же нагрузке согласованным с ней полуволновым вибратором. Коэффициент усиления антенны связан с диаграммой направленности. Чем уже основной лепесток диаграммы и чем меньше задние и боковые лепестки, тем выше коэффициент усиления. Так, например, коэффициент усиления трехэлементной антенны, имеющей диаграмму направленности типа изображенной на рис. 4,*г*, равен 1,9.

*Зная напряженность поля в точке приема, параметры приемной антенны, тип и длину кабеля, можно определить напряжение на входе приемника.*

В случае, когда антенна и вход приемника согласованы с кабелем напряжение (в микровольтах) на входе приемника подсчитывается по формуле

$$U = \frac{E h_д}{2} K \sqrt{\frac{R_{пр}}{R_a}} e^{-\beta l},$$

где $R_{пр}$ — входное сопротивление приемника, *ом*;

$R_a$ — входное сопротивление антенны, *ом*;

$E$ — напряженность поля в точке приема, *мкв/м*;

$h_д$ — действующая длина антенны, *м*;

$K$ — коэффициент усиления антенны по напряжению;

$e^{-\beta l}$ — коэффициент, учитывающий потери в кабеле снижения ($e = 2{,}178$ — основание натуральных логарифмов).

Для вычисления коэффициента $e^{-\beta l}$ нужно знать величину $\beta$ — погонное затухание кабеля снижения (в неперах на километр) и $l$—длину кабеля снижения (в километрах). Величина $\beta$ для кабелей разных типов приведена в табл. 6 (стр. 19).

Для кабелей типов РК-1 и РК-3 значения коэффициента $e^{-\beta l}$ для каждого из двенадцати телевизионных каналов при разных длинах снижений приведены в табл. 4 и 5.

**Пример.** Определить напряжение на входе приемника, если $E = 500$ *мкв/м*, принимается первая программа (первый канал) на трехэлементную антенну типа „волновой канал" с коэффициентом усиления $K = 1{,}9$, кабель снижения РК 1 имеет длину 30 *м*. В качестве активного вибратора используется шлейф-вибратор, имеющий входное сопротивление $R_a = 300$ *ом*. Входное сопротивление приемника $R_{пр} = 75$ *ом*.

Вычисляем действующую длину шлейф-вибратора, настроенного на среднюю частоту первого канала:

$$h_д = \frac{2\lambda_{ср}}{\pi} = \frac{2\cdot 5,72}{3,14} = 3,62 \text{ м},$$

$\lambda_{ср}$ — средняя длина волны первого канала, берется из табл. 1.

В табл. 4 находим коэффициент $e^{-\beta l}$ для первого канала. При длине кабеля 30 *м* $e^{-\beta l} = 0,79$.

Определяем напряжение на входе приемника:

$$U = \frac{E h_д}{2} K \sqrt{\frac{R_{пр}}{R_a}}\, e^{-\beta l} = \frac{500\cdot 3,62}{2}\, 1,9 \sqrt{\frac{75}{300}}\, 0,79 = 680 \text{ мкв}.$$

Таблица 4

**Коэффициент $e^{-\beta l}$ для кабеля РК-1**

| Телевизионные каналы | Длина кабеля, *м* | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| 1 | 0,92 | 0,86 | 0,79 | 0,73 | 0,67 | 0,62 | 0,57 | 0,53 | 0,49 | 0,45 |
| 2 | 0,91 | 0,84 | 0,77 | 0,7 | 0,64 | 0,59 | 0,53 | 0,49 | 0,45 | 0,41 |
| 3 | 0,9 | 0,81 | 0,73 | 0,65 | 0,59 | 0,54 | 0,48 | 0,43 | 0,39 | 0,35 |
| 4 | 0,89 | 0,8 | 0,72 | 0,64 | 0,58 | 0,53 | 0,47 | 0,42 | 0,37 | 0,33 |
| 5 | 0,88 | 0,79 | 0,71 | 0,62 | 0,56 | 0,5 | 0,44 | 0,39 | 0,34 | 0,31 |
| 6—8 | 0,83 | 0,7 | 0,58 | 0,49 | 0,4 | 0,34 | 0,29 | 0,24 | 0,2 | 0,17 |
| 9—12 | 0,82 | 0,69 | 0,56 | 0,47 | 0,38 | 0,32 | 0,26 | 0,21 | 0,18 | 0,14 |

Таблица 5

**Коэффициент $e^{-\beta l}$ для кабеля РК-3**

| Телевизионные каналы | Длина кабеля, *м* | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| 1 | 0,95 | 0,9 | 0,86 | 0,81 | 0,77 | 0,73 | 0,69 | 0,65 | 0,62 | 0,59 |
| 2 | 0,94 | 0,89 | 0,84 | 0,79 | 0,74 | 0,7 | 0,66 | 0,62 | 0,59 | 0,56 |
| 3 | 0,93 | 0,87 | 0,81 | 0,76 | 0,71 | 0,66 | 0,62 | 0,58 | 0,54 | 0,5 |
| 4 | 0,92 | 0,86 | 0,8 | 0,75 | 0,7 | 0,65 | 0,61 | 0,56 | 0,52 | 0,47 |
| 5 | 0,91 | 0,85 | 0,79 | 0,73 | 0,68 | 0,62 | 0,58 | 0,53 | 0,49 | 0,44 |
| 6—8 | 0,89 | 0,79 | 0,71 | 0,63 | 0,57 | 0,5 | 0,45 | 0,4 | 0,36 | 0,32 |
| 9—12 | 0,88 | 0,78 | 0,7 | 0,61 | 0,54 | 0,47 | 0,42 | 0,37 | 0,33 | 0,29 |

Ранее уже указывалось, что наличие в точке приема сигналов, отраженных от окружающих зданий, приводит к появлению на экране телевизора повторных изображений. Такие изображения могут возникать также в результате отражений в антенно-фидерном тракте.

Энергия, распространяющаяся в кабеле от антенны к приемнику, полностью поглощается на входе приемника только в том случае, когда входное сопротивление приемника точно равно волновому сопротивлению кабеля. В этом случае говорят, что приемник согласован с кабелем.

Если входное сопротивление приемника не равно волновому сопротивлению кабеля (кабель рассогласован), то часть энергии, дошедшей до приемника, отражается обратно по направлению к антенне. В случае, когда входное сопротивление антенны не равно волновому сопротивлению кабеля, происходит повторное отражение энергии (от антенны к телевизору). В результате на входных зажимах телевизора появляется повторный сигнал, запаздывающий относительно основного на удвоенное время пробега сигнала в кабеле. Таким образом, на входе телевизора может появиться ряд последовательных, сдвинутых по времени повторных сигналов, которые при большой длине кабеля приводят к появлению самостоятельных повторных изображений, а при коротком кабеле—к уменьшению четкости изображения. Если фидер согласован хотя бы с одной стороны (с приемником или антенной), повторные изображения отсутствуют.

Сдвиг первого повторного изображения относительно основного на экране телевизора с размером изображения 180×240 *мм* (например, в телевизоре «Авангард») при использовании в качестве фидера кабелей РК-1 или РК-3 определяется по формуле

$$X = 0{,}0375 l_{ф}.$$

Если подставить в эту формулу длину фидера $l_{ф}$ в метрах, то получим сдвиг изображения $X$ в миллиметрах.

Длина фидера не превышает обычно 50 *м*. При этом сдвиг изображения составляет примерно 2 *мм*. Если сдвиг превышает 2 *мм*, то причиной появления повторного изображения является не рассогласование в антенно-фидерном тракте, а отражения от зданий или других местных предметов.

## ГЛАВА ТРЕТЬЯ

# ФИДЕРЫ ПРИЕМНЫХ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ АНТЕНН

Фидерные линии используются в качестве снижения антенн, т. е. для передачи энергии высокой частоты от антенны ко входу приемника, а также для устройства

междуэтажных соединений, согласующих антенных трансформаторов и т. д.

В практике монтажа и установки приемных телевизионных антенн применяются как фидерные линии промышленного изготовления, так и самодельные линии.

В качестве снижений, как правило, используются кабели промышленного изготовления: чаще всего экранированные несимметричные (коаксиальные) кабели, реже—экранированные симметричные и неэкранированные симметричные кабели.

Коаксиальный кабель обладает рядом преимуществ перед остальными типами кабелей. Благодаря экранирующим свойствам этого кабеля повышается помехоустойчивость приема, исключаются искажения диаграммы направленности антенны, связанные с излучением кабеля. Потери мощности в коаксиальном кабеле относительно невелики, что особенно важно в условиях приема на больших расстояниях от телецентра.

Промышленность выпускает коаксиальные кабели с волновыми сопротивлениями, величина которых удобна для согласования кабелей с подавляющим большинством телевизионных антенн. С точки зрения монтажа и установки антенн применение коаксиальных кабелей также дает большие преимущества, так как коаксиальный кабель может быть укреплен на мачте антенны, а также на любой стене (деревянной, кирпичной и т. д.) при помощи простейших хомутов и скобок; его можно сворачивать и укладывать по месту.

Экранированные симметричные кабели обладают практически теми же преимуществами, что и коаксиальные, но применяются мало, так как они дороже коаксиальных и встречаются реже.

В табл. 6 и 7 приведены основные электрические характеристики высокочастотных экранированных кабелей промышленного изготовления.

Для приемных телевизионных антенн промышленность выпускает неэкранированный симметричный кабель КАТВ с волновым сопротивлением 300 *ом*. Такой кабель дешевле коаксиального, но во всех других отношениях он уступает последнему. Внешний вид и размеры кабеля КАТВ, который называют иногда ленточным кабелем, приведены на рис. 5.

На рис. 6. показана зависимость постоянной затухания ленточного кабеля КАТВ от частоты. Здесь же приведены

Таблица 6

**Электрические характеристики высокочастотных коаксиальных кабелей**

| Марка кабеля | Волновое сопротивление, *ом* | Погонная емкость, *пф/м* | Постоянная затухания β, *неп км*, при частоте, *Мгц* | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 10 | 100 | 300 | 1 000 | 3 000 |
| РК-29 | 50 | 100 | 3,5 | 13 | 23 | 46 | 100 |
| РК-48 | 50 | 105 | 2,0 | 8 | 15 | — | — |
| РК-6 | 52 | 96 | 1,9 | 6 | 14 | 31 | 67 |
| РК-19 | 52 | 96 | 6,5 | 23 | 37 | 69 | 130 |
| РК-28 | 52 | 101 | 2,5 | 10 | 17 | — | — |
| РК-47 | 52 | 96 | 2,5 | 10 | 17 | 38 | 78 |
| РК-49 | 72 | 70 | 4,0 | 15 | 26 | 53 | 103 |
| РК-3 | 75 | 68 | 2,0 | 8 | 15 | 30 | 60 |
| РК-4 | 75 | 68 | 2,0 | 8 | 15 | 30 | 60 |
| РК-20 | 75 | 68 | 2,5 | 10 | 17 | 38 | 78 |
| РК-1 | 77 | 66 | 3,5 | 13 | 23 | 46 | 100 |
| РК-2 | 92 | 55 | 2,5 | 10 | 17 | 38 | 78 |

Таблица 7

**Электрические характеристики высокочастотных экранированных двухпроводных (симметричных) кабелей**

| Марка кабеля | Волновое сопротивление, *ом* | Погонная емкость, *пф/м* | Постоянная затухания β, *неп/км*, при частот , *Мгц* | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 10 | 100 | 300 | 1 000 | 3 000 |
| РД-13 | 85 | 58 | 5 | 20 | 33 | 64 | 123 |
| РД-17 | 100 | 50 | 2 | 8 | 15 | 30 | 60 |
| РД-18 | 100 | 45 | 5 | 20 | 33 | 64 | 123 |
| РД-14 | 130 | 40 | 2 | 8 | 15 | 30 | 60 |
| РД-15 | 150 | 34 | 2,5 | 10 | 17 | 38 | 78 |
| РД-16 | 200 | 25 | 2,5 | 10 | 17 | 38 | 78 |
| РД-26 | 200 | 25 | 2,5 | 10 | 17 | 38 | 78 |

кривые постоянных затухания для наиболее распространенных коаксиальных кабелей РК-1 и РК-3. Сравнение величин β, приведенных на рис. 6, показывает, что потери в ленточном кабеле значительно выше, чем в коаксиальных кабелях. Нетрудно, например, подсчитать, что при длине кабеля снижения антенны, равной 50 *м*, напряжение сигнала на частоте 100 *Мгц* в случае использования ленточного кабеля в 2,46 раза меньше, чем в случае использования кабеля РК-3. На частотах выше 100 *Мгц* ленточный кабель применять не рекомендуется.

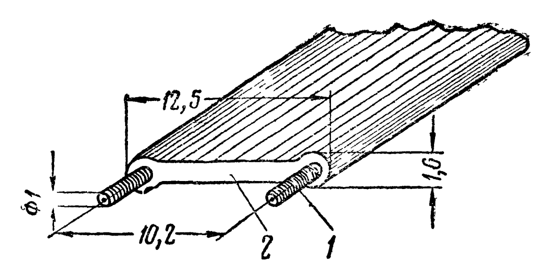



Рис. 5. Кабель КАТВ.

*1* — жила из семи медных отожженных проволок; *2*—изоляция из полихлорвиниловой пластиката.

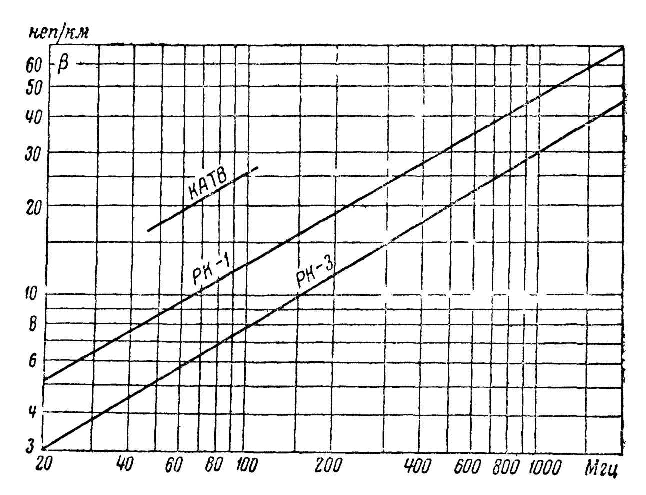



Рис. 6. Зависимость от частоты постоянной затухания ленточного кабеля КАТВ и коаксиальных кабелей РК-1 и РК-3.

Крепление ленточного кабеля производится при помощи изоляторов, которые можно изготовить из полистирола, органического стекла, текстолита или гетинакса. Кабель крепится на установочных изоляторах так, чтобы он нигде не касался крыши, стен здания и комнаты и т. д. Типовые конструкции изоляторов для ленточного кабеля КАТВ показаны на рис. 7.

Применять различные суррогатные фидеры, вроде сплетенных монтажных проводов, электроосветительного шнура и т. д., не рекомендуется; это можно делать лишь в крайних случаях.

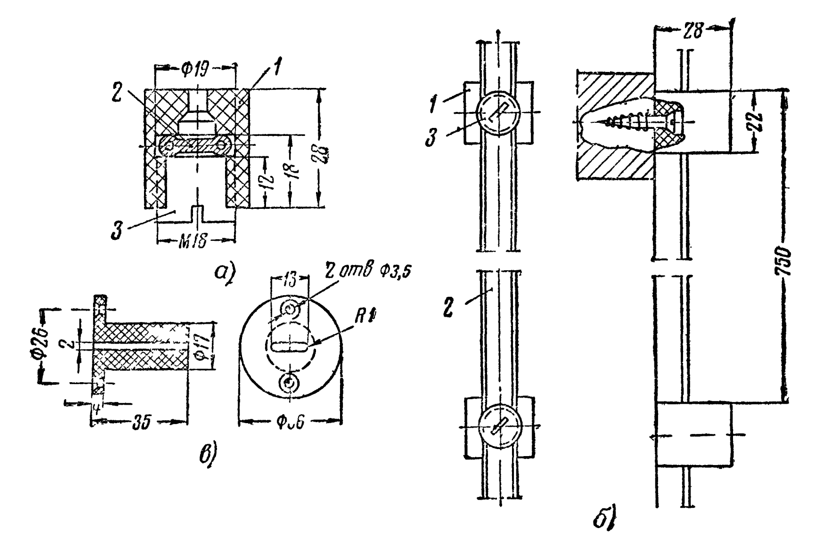



Рис. 7. Конструкция изоляторов для ленточного кабеля КАТВ.

*а* — изолятор для крепления кабеля к стене (*1* — корпус, *2* — кабель, *3* — пробка); *б* — установка кабеля на стене *в* – втулка для прохода кабеля через оконную раму.

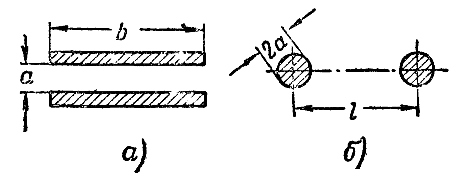



Рис. 8. Поперечные сечения двух проводных неэкранированных линий.

*а* — линия из плоских шин

$$Z_в = 120\,\pi\,\frac{a}{b}\ (\text{при}\ a \ll b);$$

*б* — линия из проводов круглого сечения

$$Z_в = 276\,\lg\left[\frac{l}{2a} + \sqrt{\left(\frac{l}{2a}\right)^2 - 1}\right].$$

При $2a \ll l$ $Z_в = 276\,\lg\frac{l}{a}$.

Для устройства междуэтажных и междурядных соединений в сложных синфазных антеннах, а также для выполнения различных антенных согласующих трансформаторов можно применять как кабели промышленного изготовления, так и самодельные линии. В схемах синфазных антенн, описанных в настоящей брошюре, для соединений внутри ан-

тенн применены коаксиальные кабели промышленного изготовления. При желании их можно заменить двухпроводными самодельными линиями. На рис. 8 показаны поперечные сечения таких линий и приведены формулы для расчета их волновых сопротивлений.

На практике могут встретиться случаи, когда подходящих кабелей промышленного изготовления вообще не существует и приходится прибегать к самодельным линиям. В качестве примера можно привести согласующий трансформатор ромбической антенны, представляющий собой линию с меняющимся по длине волновым сопротивлением (см. стр. 48).

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

# ОДНОПРОГРАММНЫЕ НАРУЖНЫЕ АНТЕННЫ

## НАРУЖНЫЕ АНТЕННЫ С МАЛОЙ НАПРАВЛЕННОСТЬЮ

Простейшими, наиболее распространенными наружными однопрограммными антеннами являются полуволновой линейный вибратор и полуволновой шлейф-вибратор.

П о л у в о л н о в о й л и н е й н ы й в и б р а т о р (рис 9,*а*) выполняется обычно из трубок (стальных, латунных, дюралюминиевых). Его можно изготовить также из металлических полосок или уголков.

Если геометрическая длина вибратора $l$ точно равна половине длины волны, то он не настроен в резонанс. При этом входное сопротивление вибратора состоит из активной и реактивной составляющих. Последняя имеет индуктивный характер. Для настройки в резонанс вибратор нужно несколько укоротить.

Резонансная длина (в метрах) линейного полуволнового вибратора может быть рассчитана по формуле

$$l=\frac{\lambda_{cp}}{2}\left(1-\frac{\Delta\%}{100}\right),$$

где $\lambda_{cp}$ — длина волны, соответствующая средней частоте телевизионного канала, которую можно определить из табл. 1;

$\Delta\%$ — коэффициент укорочения, %.

Величина коэффициента укорочения $\Delta\%$ зависит от отношения диаметра трубки, из которой выполнен вибратор, к средней длине волны, т. е. от отношения $d/\lambda_{cp}$. На рис. 10 показана зависимость $\Delta\%$ от $d/\lambda_{cp}$. Таким образом, зная диаметр трубки и среднюю длину волны телевизионного ка-

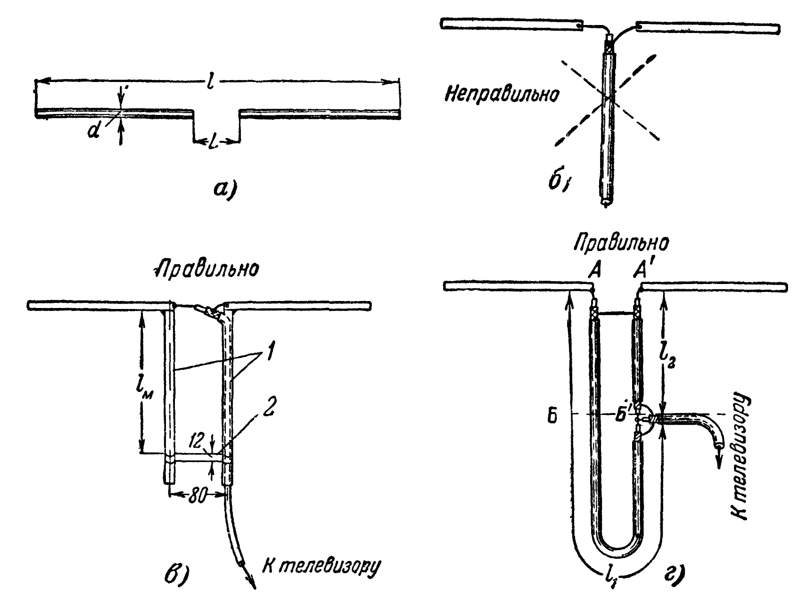



Рис. 9. Схемы соединения линейного полуволнового вибратора с 75-омным коаксиальным кабелем.

*а* — вибратор; *б* — неправильная схема соединения; *в* — питание через короткозамкнутый мостик (*1* — трубки мостика, *2* — перемычка); *г* — питание через U-колено

нала, можно найти Δ%, а затем по приведенной выше формуле определить необходимую длину вибратора.

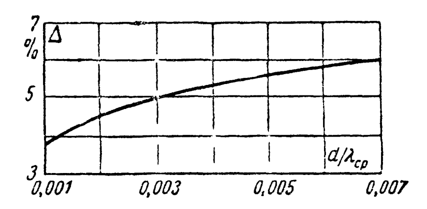



Рис. 10. Зависимость коэффициента укорочения — Δ % линейного полуволнового вибратора от отношения $d/\lambda_{ср}$ — диаметра вибратора к средней длине волны телевизионного канала.

Если вибратор изготавливается из металлической полоски, то под «диаметром» вибратора, который нужно знать для определения коэффициента укорочения, следует понимать половину ширины этой полоски.

Полоса пропускания вибратора зависит от его диаметра. Чем больше диаметр вибратора, тем он широкополоснее. Достаточно широкая полоса пропускания на любом канале будет обеспечена, если диаметр трубок равен или больше 8 *мм*.

Расстояние $L$ между внутренними торцами трубок (рис. 9,*а*) нужно выбирать в пределах от 50 до 80 *мм*.

Линейный полуволновой вибратор укрепляется на металлической или деревянной мачте при помощи изоляторов из высокочастотной керамики или пластмассы; можно применить также текстолит и гетинакс.

Этот вибратор можно использовать для приема передач как на телевизоры с несимметричным (коаксиальным) 75-омным входом, так и на телевизоры с симметричным 300-омным входом. Подключение вибратора к 75-омному несимметричному входу телевизора производится через коаксиальные кабели типов РК-1, РК-3, РК-4, РК-20 или РК-49, которые имеют волновое сопротивление 75 *ом*. Использование кабеля РК-47, имеющего волновое сопротивление 50 *ом*, допустимо, но нежелательно.

Соединение полуволнового вибратора с кабелем должно осуществляться по схеме, удовлетворяющей следующим условиям. Во-первых, антенна должна быть согласована с кабелем. Во-вторых, токи на наружной поверхности экрана коаксиального кабеля не должны создавать разности потенциалов на входных зажимах приемника и не должны нарушать симметрию токов в проводах антенны. Рассогласование антенны с кабелем приводит к уменьшению эффективности антенны и к возникновению повторных изображений. Нарушение симметрии антенны снижает помехоустойчивость приема и может вызвать искажения диаграммы направленности.

Для сохранения симметрии вибратора коаксиальный кабель должен быть соединен с ним так, чтобы обе половины вибратора были включены относительно наружной поверхности оплетки кабеля (условной «земли») одинаково или, как говорят, симметрично.

Пример неправильного соединения коаксиального кабеля с симметричной антенной показан на рис. 9,*б*. Согласование в этом случае сохраняется, симметрия же нарушается, так как одна половина вибратора подключена к жиле кабеля, а вторая половина—непосредственно к оплетке. В результате токи, наведенные на поверхности оплетки кабеля, попадут на вход приемника и вызовут искажения изображения. Кроме того, может исказиться и диаграмма направленности вибратора.

Соединение коаксиального кабеля с полуволновым вибратором можно производить по любой из схем, приведенных на рис. 9,*в* и *г*.

В первом случае (рис. 9,*в*) к вибратору припаивают или привинчивают симметрирующий короткозамкнутый четвертьволновой мостик, выполненный из металлических трубок. Сквозь одну из трубок протягивают кабель снижения, который подключают к вибратору (оплеткой к одной половине вибратора, а жилой—к другой). Длина мостика $l_м$ (от вибратора до короткозамыкающей перемычки) равна четверти средней длины волны и выбирается для каждого канала в соответствии с табл. 8.

Таблица 8

| Телевизионные каналы . . | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6—7 | 8—9 | 10—12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Длина мостика, *мм* . . . . | 1 430 | 1 200 | 940 | 850 | 780 | 415 | 380 | 345 |

Диаметр трубок мостика может быть взят в пределах от 10 до 20 *мм*. Участки трубок, находящиеся ниже короткозамыкающей перемычки, могут быть произвольной длины.

При соединении антенны с коаксиальным кабелем по рис. 9,*в* половины вибратора подключены к оплетке кабеля так, что симметрия антенны не нарушена. Согласование здесь обеспечивается тем, что волновое сопротивление кабеля (75 *ом*) близко по величине к сопротивлению вибратора (73,1 *ом*). Короткозамкнутый четвертьволновой мостик, подключенный параллельно антенне, не нарушает согласования, так как его входное сопротивление очень велико во всей полосе частот телевизионного канала.

Во втором случае (рис. 9,*г*) коаксиальный кабель снижения подключается к вибратору при помощи U-колена, выполненного из того же кабеля, что и снижение. Полная длина U-колена для полуволнового линейного вибратора равна средней длине волны в кабеле для данного телевизионного канала. Средняя длина волны в кабеле определяется по формуле

$$\lambda_{ср\ к} = \frac{\lambda_{ср}}{\sqrt{\varepsilon}},$$

где $\varepsilon$ — диэлектрическая проницаемость материала, заполняющего кабель (для кабелей РК-1, РК-3, РК-4, РК-20 и РК-49 $\varepsilon = 2,3$).

Кабель снижения подключается к U-колену на расстоянии $\frac{1}{4}\lambda_{ср\ к}$ от одной из половин симметричного вибратора.

Жила кабеля снижения должна быть соединена с жилой кабеля U-колена, а оплетка с оплеткой кабеля U-колена.

Практически U-колено выполняется из двух отрезков кабеля, один из которых имеет длину $l_1 = \frac{3}{4}\lambda_{ср\ к}$, а другой $l_2 = \frac{1}{4}\lambda_{ср.к}$ (рис. 9,*г*). Длины отрезков кабеля U-колена $l_1$ и $l_2$ для каждого из телевизионных каналов приведены в табл. 9.

Таблица 9

| Телевизонные каналы . . . . . | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6—7 | 8—9 | 10—12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $l_1$, *мм* . . . . . . | 2 850 | 2 400 | 1 860 | 1 680 | 1 545 | 840 | 750 | 690 |
| $l_2$, *мм* . . . . . . | 950 | 800 | 620 | 560 | 515 | 280 | 250 | 230 |

При соединении коаксиального кабеля с симметричным вибратором при помощи U-колена симметрия антенны обеспечивается тем, что половины вибратора включены относительно оплетки кабеля одинаково (они не имеют контакта с оплеткой). Нужное направление токов в каждой половине вибратора определяется тем, что разность хода волны в отрезках кабеля $l_1$ и $l_2$ составляет половину длины волны в кабеле.

Согласование здесь осуществляется следующим образом. Сопротивление между любым зажимом вибратора и „землей" (сопротивление половины вибратора) составляет $\frac{73}{2} = 36,5$ *ом*. На эти сопротивления и нагружены отрезки кабеля $l_1$ и $l_2$ в точках *А* и *А'* (рис. 9,*г*). Известно, что отрезок кабеля длиной $\frac{1}{4}\lambda_к$ или $\frac{3}{4}\lambda_к$ является трансформатором, который преобразует любое активное сопротивление *R* в сопротивление $R_1 = \frac{\rho^2}{R}$, где $\rho$—волновое сопротивление кабеля. Отрезки кабеля $l_1$ и $l_2$ имеют $\rho = 75$ *ом* и, следовательно, пересчитывают сопротивления $R = 36,5$ *ом* в сопротивления $R_1 = \frac{75^2}{36,5} = 154$ *ом*.

В точке *Б'* оба сопротивления $R_1$ соединены параллельно, благодаря чему кабель снижения, имеющий волновое сопротивление 75 *ом*, оказывается нагруженным на сопротив-

ление $R_2 = \frac{154}{2} = 77$ *ом*, чем и обеспечивается хорошее согласование с 75-омным кабелем.

При подключении кабеля к антенне по схеме, приведенной на рис. 9,*в*, антенна пропускает более широкую полосу частот, чем в случае, показанном на рис. 9,*г*, но в пределах одного телевизионного канала оба способа обеспечивают достаточно хорошее симметрирование и согласование.

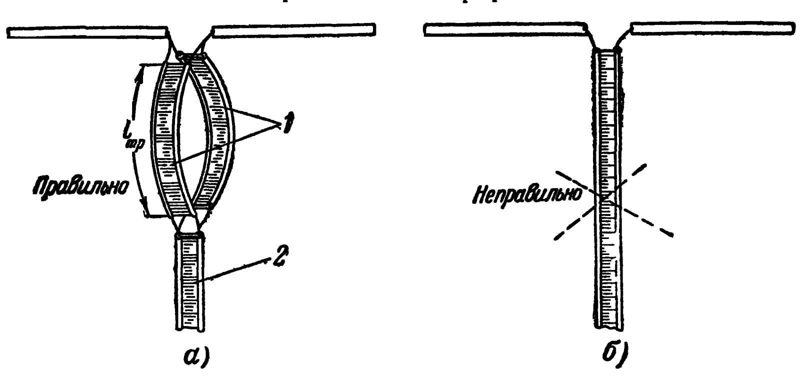



Рис. 11. Схема соединения линейного полуволнового вибратора с симметричным ленточным кабелем КАТВ (волновое сопротивление 300 *ом*).

*1* — кабели трансформатора; *2* — кабель снижения.

Подключение линейного полуволнового вибратора к симметричному 300-омному входу приемника можно осуществить при помощи симметричного ленточного кабеля марки КАТВ с волновым сопротивлением 300 *ом*. Соединение кабеля КАТВ с вибратором производится через симметричный согласующий четвертьволновой трансформатор, выполненный из двух соединенных параллельно отрезков кабеля КАТВ, как показано на рис. 11,*а*. Кабели, образующие трансформатор, нужно развести в середине на 80—100 *мм*. Длины отрезков кабеля трансформатора $l_{тр}$ для каждого из двенадцати каналов приведены в табл. 10.

Таблица 10

| Телевизионные каналы . . . . | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6—7 | 8—9 | 10—12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $l_{тр}$, *мм* . . . . . . | 1 200 | 1 000 | 780 | 700 | 650 | 340 | 315 | 285 |

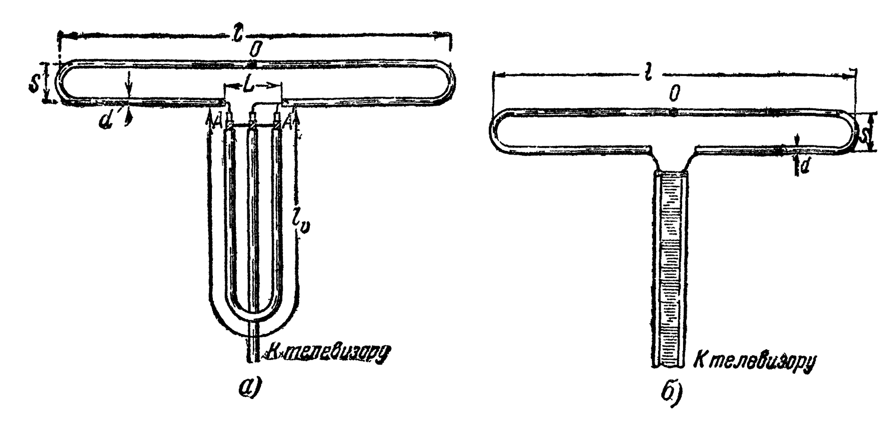



Рис. 12. Шлейф-вибратор Пистолькорса.
*а* — шлейф-вибратор и схема его соединения с 75-омным коаксиальным кабелем; *б* — схема соединения с 300-омным ленточным кабелем КАТВ.

В табл. 10 даны длины трансформатора из кабеля КАТВ и для каналов с шестого по двенадцатый. Однако, как было указано в гл. 3, применение кабеля КАТВ на частотах выше 100 *Мгц* следует избегать из-за больших потерь в нем.

Подключать кабель КАТВ без трансформатора непосредственно к линейному вибратору, как это показано на рис. 11,*б*, не следует. В этом случае кабель с волновым сопротивлением в 300 *ом* оказывается подключенным к вибратору с входным сопротивлением 73 *ом*, и вибратор будет рассогласован с кабелем.

Ш л е й ф-в и б р а т о р  П и с т о л ь к о р с а (рис. 12) является другой разновидностью полуволнового вибратора. Резонансная длина шлейф-вибратора определяется по той же формуле, что и для линейного вибратора. Следует только иметь в виду, что под эквивалентным диаметром шлейф-вибратора $d_ш$, который нужно знать для определения коэффициента укорочения, понимают следующую величину:

$$d_ш = \sqrt{2dS},$$

где $d$ — диаметр трубки:

$S$ — расстояние между осями трубок.

Определив по этой формуле $d_ш$, можно вычислить отношение $d_ш/\lambda_{ср}$ и по кривой на рис. 10 найти коэффициент укорочения.

Отметим, что длина шлейф-вибратора определяется расчетным путем менее точно, чем длина линейного вибратора.

В табл. 11 приведены размеры шлейф-вибратора для любого из двенадцати каналов, проверенные экспериментально для трубок диаметром $d=10 \div 20$ *мм* при расстоянии между осями трубок $S=70$ *мм*.

Подключение шлейф-вибратора к несимметричному 75-омному входу приемника производится через коаксиальный кабель (РК-1, РК-3, РК-4, РК-20 или РК-49). Соединение кабеля с вибратором можно осуществить по схеме рис. 12,*а*. Симметрирование и согласование производятся при помощи U-колена, длина которого составляет в этом случае половину средней длины волны в кабеле $\left(l_U = \frac{1}{2}\lambda_{ср\,к}\right)$. Соответствующие каждому каналу длины *U*-колена приведены в табл. 11.

Таблица 11

| Телевизионные каналы | Длина вибратора $l$, *мм* | Длина U-колена $l_U$ *мм* | Телевизионные каналы | Длина вибратора $l$, *мм* | Длина U-колена $l_U$, *мм* |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 760 | 1 900 | 5 | 1 510 | 1 030 |
| 2 | 2 340 | 1 600 | 6—7 | 780 | 560 |
| 3 | 1 790 | 1 240 | 8—9 | 710 | 500 |
| 4 | 1 620 | 1 120 | 10—12 | 650 | 460 |

Принцип работы U-колена, как согласующего устройства, заключается в следующем. При равных диаметрах трубок настроенного в резонанс шлейф-вибратора его входное сопротивление составляет 292 *ом*. Следовательно, сопротивление каждой половины петлевого вибратора между любым из входных зажимов и точкой нулевого потенциала (точка *О* на рис. 12,*а*) составляет 292/2=146 *ом*. Из теории длинных линий известно, что входное сопротивление кабеля длиной полволны равно сопротивлению, на которое кабель нагружен. Таким образом, в точке *А'* происходит параллельное сложение двух активных сопротивлений, каждое из которых равно 146 *ом*. Следовательно, кабель снижения, имеющий волновое сопротивление 75 *ом*, оказывается нагруженным на сопротивление 73 *ом*, чем и достигается высокая степень согласования.

Фазовый сдвиг на 180°, который вносит U-колено, обеспечивает правильную полярность напряжения на зажимах

шлейф-вибратора и, следовательно, нужное направление токов в его проводах.

Подключение шлейф-вибратора к симметричному 300-омному входу приемника производится симметричным ленточным кабелем КАТВ без каких-либо промежуточных согласующих устройств (рис. 12,*б*).

В радиолюбительской практике могут встретиться случаи, когда приходится выполнять шлейф-вибратор из трубок разных диаметров.

При этом входное сопротивление шлейф-вибратора в резонансной точке становится отличным от 292 *ом*. Входное сопротивление шлейф-вибратора с произвольным соотношением диаметров трубок определяется выражением

$$R_{вх} = 73{,}1\, n,$$

где $n$ — коэффициент, показывающий, во сколько раз входное сопротивление полуволнового шлейф-вибратора больше входного сопротивления полуволнового линейного вибратора.

Значение коэффициента $n$ зависит от соотношения диаметров трубок и от отношения расстояния между трубками к диаметру одной из трубок. На рис. 13 приведен график, при помощи которого можно определить коэффициент $n$. По вертикальной оси отложено отношение диаметров трубок ($d_2/d_1$), а по горизонтальной—отношение расстояния между осями трубок $S$ к диаметру неразрезанной трубки $d_2$. Как видно из рис. 13, при равных диаметрах трубок ($d_2/d_1=1$) коэффициент $n$ равен 4 и, следовательно, входное сопротивление равно $73{,}1 \cdot 4 = 292$ *ом*.

Зависимость входного сопротивления шлейф-вибратора от соотношения диаметров трубок часто используется для подбора нужной величины входного сопротивления, что бывает иногда необходимо для удобства согласования многоэлементных антенн.

Могут быть случаи, когда для получения требуемого большого сопротивления приходится разрезанную трубку шлейф-вибратора делать очень тонкой, что неудобно в конструктивном отношении. Тогда лучше применять тройные шлейф-вибраторы.

Входное сопротивление тройного шлейф-вибратора определяется тем же выражением, что и для двойного шлейф-вибратора Значения коэффициента $n$ определяются по графику рис. 14. Как видно из рис. 14, если диаметры всех трех трубок равны, то $n=9$ и, следовательно, входное сопротивление равно $73{,}1 \cdot 9 = 658$ *ом*.

Приводим несколько практических замечаний, касающихся конструкции шлейф-вибраторов. Радиус изгиба трубок на концах шлейф-вибратора значения не имеет. Если изгибать трубки затруднительно, то можно замкнуть концы верхних и нижних трубок прямым отрезком трубки или полоской, ширина которой приблизительно равна диаметру трубки. Крепление шлейф-вибратора к любой мачте (деревянной или металлической) можно производить в точке нулевого потенциала (точка $O$ на рис. 12,$a$) без всяких изоляторов Шлейф-вибратор должен быть расположен горизонтально Плоскость шлейф-вибратора может быть наклонена по отношению к стреле под любым углом. Важно только следить за тем, чтобы концы трубок, к которым подключается кабель, не были расположены очень близко к мачте, так как это приводит к увеличению емкости между концами трубок.

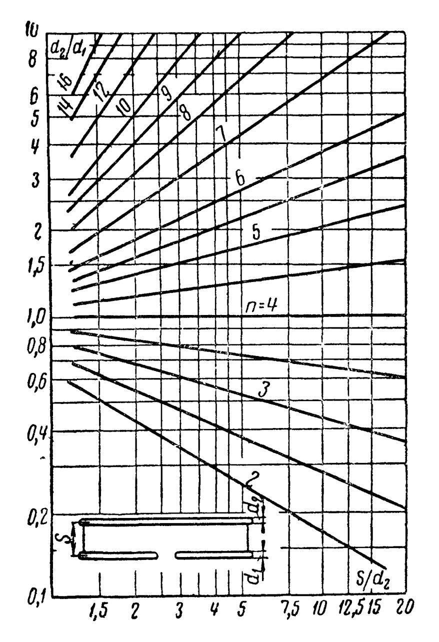



Рис. 13. График для определения входного сопротивления шлейф-вибратора, выполненного из двух трубок.

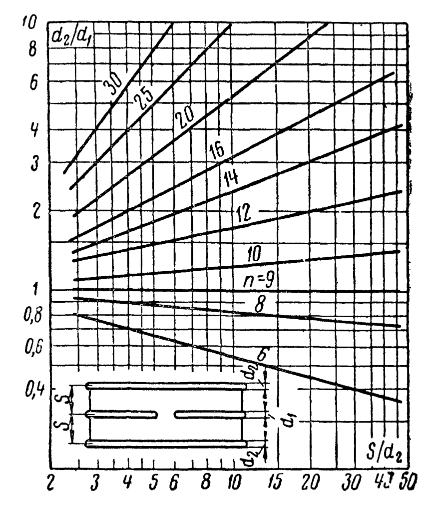



Рис. 14. График для определения входного сопротивления шлейф-вибратора, выполненного из трех трубок.

Часто возникает вопрос: какой вибратор лучше применять, линейный или шлейф-вибратор? С точки зрения электрических параметров обе антенны примерно равноцен-

ны. Они имеют одинаковую диаграмму направленности как в горизонтальной (рис. 4,*а*), так и в вертикальной плоскостях (рис 4,*б*) и одинаковый коэффициент усиления. Шлейф-вибратор не дает никакого выигрыша в величине напряжения на входе телевизора по сравнению с линейным вибратором при условии, что оба вибратора согласованы с кабелем Нужно только отметить, что если оба вибратора выполнить из трубок одного и того же диаметра, то полоса пропускания шлейф-вибратора окажется несколько шире. Однако уже при $d=8$ *мм* линейный вибратор пропускает достаточную полосу частот.

Таким образом, вопрос о применении вибратора того или другого типа следует решать исходя только из конструктивных соображений и наличных материалов. Шлейф-вибратор, например, легче укреплять на мачте, так как при этом не нужны изоляторы, согласующе-симметрирующая система шлейф-вибратора при применении коаксиального кабеля более проста. В то же время изготовление шлейф-вибратора требует большего количества трубок Все это и нужно учитывать при выборе типа полуволнового вибратора.

Полуволновые вибраторы могут применяться на расстоянии, не превышающем 25—35 *км* от телевизионного центра

## НАРУЖНЫЕ НАПРАВЛЕННЫЕ АНТЕННЫ

В качестве направленных антенн в диапазоне УКВ наиболее удобны конструктивно антенны типа «волновой канал», состоящие из расположенных на одной стреле активного вибратора (линейного или шлейф-вибратора) и пассивных вибраторов (рефлектора и директоров) Пассивные вибраторы выполняются из неразрезанных трубок и закрепляются на стреле без изоляторов. Различные варианты антенн типа «волновой канал» показаны на рис. 15.

Пассивный вибратор, находящийся сзади активного (со стороны, противоположной направлению, с которого приходит принимаемый сигнал), называют рефлектором. Обычно антенны типа «волновой канал» имеют один рефлектор. Пассивные вибраторы, расположенные впереди активного вибратора (со стороны прихода сигнала), называют директорами.

Принцип работы антенны «волновой канал» можно пояснить следующим образом. Известно, что диаграмма направленности любой антенны остается одной и той же независимо от того, работает ли антенна на прием или на передачу. Поэтому рассмотрим работу антенны «волновой канал» в режиме передачи.

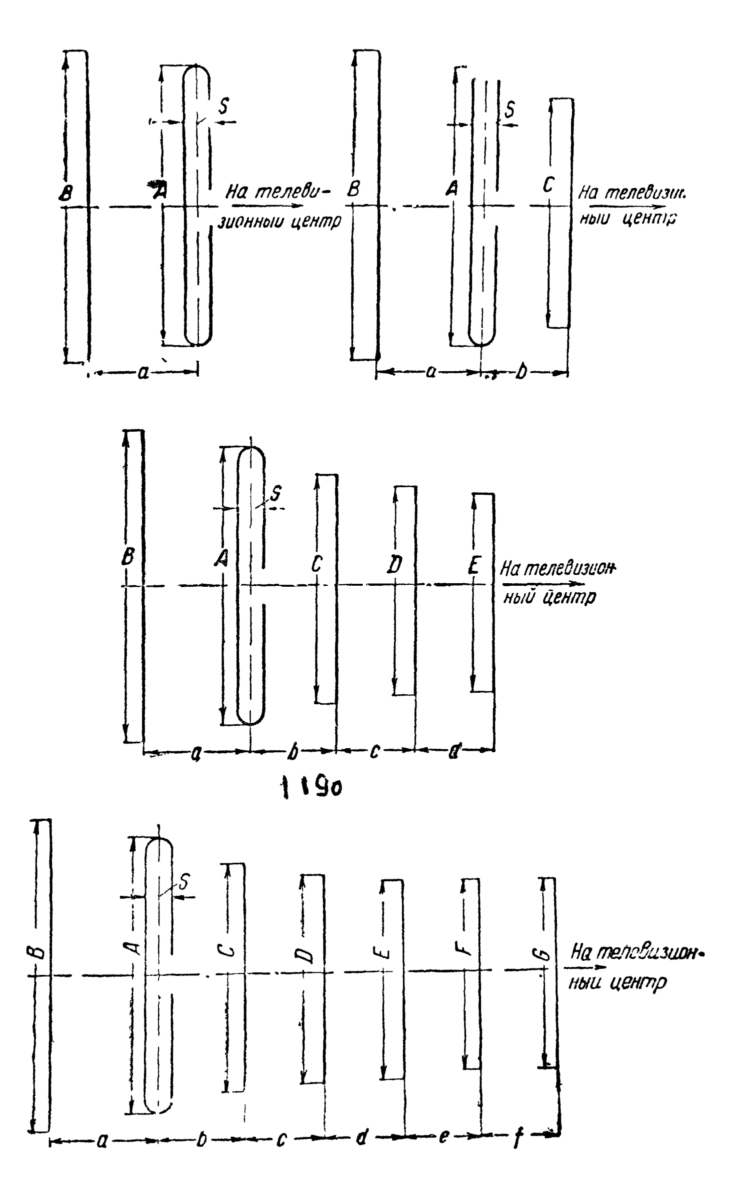



Рис. 15. Схемы расположения вибраторов многоэлементных антенн типа „волновой канал".

Электродвижущая сила высокой частоты прикладывается ко входным зажимам активного вибратора (шлейф-вибратор на рис 15). В последнем возникает ток высокой частоты. В результате активный вибратор создает электромагнитное поле, которое наводит э. д с. в пассивных вибраторах. Под действием этих э д. с. в пассивных вибраторах текут токи, и эти вибраторы, в свою очередь, создают электромагнитные поля. Амплитуда и фаза токов в пассивных вибраторах зависят от их длины и расстояния до активного вибратора. Длина рефлектора и его расстояние до активного вибратора подбираются такими, чтобы поля, созданные рефлектором и активным вибратором, в одном направлении (со стороны рефлектора) компенсировались, а в противоположном (главном) направлении складывались.

Таким образом, рефлектор обеспечивает получение однонаправленной характеристики излучения (однолепестковой диаграммы направленности). Такой эффект может быть получен, если рефлектор длиной $l=\lambda/2$ расположить сзади активного вибратора на расстоянии, равном $\lambda/4$. Обычно рефлектор располагают несколько ближе к активному вибратору, чтобы увеличить амплитуду тока в рефлекторе. Это необходимо для возможно большего ослабления поля, действующего в сторону рефлектора. Рефлектор в таких случаях приходится делать немного длиннее, чем $\lambda/2$, для обеспечения нужной фазы тока рефлектора. Рефлектор при этом имеет сопротивление индуктивного характера.

Длины директоров и расстояния от них до активного вибратора подбираются так, чтобы обеспечить сложение полей, создаваемых директорами и активным вибратором в главном направлении. Директоры способствуют обострению основного лепестка диаграммы направленности. Обычно они делаются несколько короче половины длины волны и имеют сопротивление емкостного характера. Пример диаграммы направленности антенны «волновой канал» приведен на рис. 4,*г*.

Основные параметры антенны типа «волновой канал»— входное сопротивление, коэффициент усиления и диаграмма направленности взаимно связаны и зависят от длин вибраторов и расстояний между ними. Диаграмма направленности антенны должна иметь возможно более узкий передний лепесток и малые задние лепестки, что уменьшает воздействие на телевизор отраженных сигналов и помех. Полоса пропускания антенны должна быть достаточно широкой для получения высокой четкости изображения.

Многоэлементная антенна типа «волновой канал», на-

строенная на максимально возможный коэффициент усиления, имеет узкую полосу пропускания. Поэтому при настройке многоэлементных антенн приходится искать компромиссное решение, чтобы наилучшим образом удовлетворить противоречивые требования получения высокого коэффициента усиления и широкой полосы пропускания. Этим и объясняется то, что в литературе встречаются различные варианты геометрических размеров антенн типа «волновой канал». Многоэлементные телевизионные антенны настраиваются так, чтобы получить возможно больший коэффициент усиления при минимально необходимой полосе пропускания.

В табл. 12 приведены величины коэффициентов усиления антенн типа «волновой канал» в зависимости от числа пассивных элементов в антенне. Нижний предел коэффициента усиления получается обычно при настройке антенны на широкую полосу пропускания (±10% для двухэлементных, ±7% для трехэлементных и ±4% для многоэлементных антенн). Верхний предел указан при настройке на более узкую полосу пропускания.

Таблица 12

| Число пассивных вибраторов . . | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Коэффициент усиления . . . . | 1,3—1,5 | 1,7—2,0 | 2,1—2,4 | 2,5—2,8 | 2,9—3,2 | 3,3—3,6 |

Ниже приводятся геометрические размеры многоэлементных антенн для двенадцати телевизионных каналов, выбранные таким образом, чтобы получить достаточно широкую полосу пропускания при возможно большем коэффициенте усиления и малых задних лепестках диаграммы направленности.

В табл. 13, 14, 15 и 16 приведены геометрические размеры двухэлементных, трехэлементных и пятиэлементных антенн для каналов с первого по двенадцатый и размеры семиэлементных антенн для каналов с шестого по двенадцатый при диаметре трубок 10—20 *мм* и расстоянии $S=80$ *мм*. Эскизы этих антенн показаны на рис. 15. Длина шлейф-вибратора $A$ отсчитывается между осевыми линиями загнутых участков трубок. Расстояние между трубками $S$ также отсчитывается между осями трубок.

Подключение коаксиального кабеля к шлейф-вибраторам многоэлементных антенн производится через U-колено

Таблица 13

**Геометрические размеры двухэлементной антенны**

| Телевизионные каналы | Размеры, *мм* | | | Длина *U*-колена *мм* | Телевизионные каналы | Размеры, *мм* | | | Длина *U*-колена *мм* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *A* | *B* | *a* | | | *A* | *B* | *a* | |
| 1 | 2 560 | 3 140 | 900 | 1 900 | 7 | 730 | 890 | 255 | 535 |
| 2 | 2 180 | 2 680 | 760 | 1 600 | 8 | 700 | 850 | 240 | 515 |
| 3 | 1 700 | 2 060 | 590 | 1 240 | 9 | 670 | 815 | 230 | 495 |
| 4 | 1 530 | 1 870 | 535 | 1 120 | 10 | 640 | 785 | 225 | 475 |
| 5 | 1 400 | 1 710 | 490 | 1 030 | 11 | 620 | 760 | 220 | 455 |
| 6 | 760 | 930 | 270 | 560 | 12 | 595 | 730 | 215 | 440 |

Таблица 14

**Геометрические размеры трехэлементной антенны**

| Телевизионные каналы | Размеры, *мм* | | | | | Длина *U*-колена *мм* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *A* | *B* | *C* | *a* | *b* | |
| 1 | 2 760 | 3 350 | 2 340 | 900 | 600 | 1 900 |
| 2 | 2 340 | 2 840 | 2 000 | 760 | 510 | 1 600 |
| 3 | 1 790 | 2 200 | 1 550 | 590 | 395 | 1 240 |
| 4 | 1 620 | 2 000 | 1 400 | 535 | 355 | 1 120 |
| 5 | 1 510 | 1 830 | 1 290 | 490 | 330 | 1 030 |
| 6 | 815 | 990 | 690 | 270 | 180 | 560 |
| 7 | 780 | 950 | 660 | 255 | 170 | 535 |
| 8 | 745 | 905 | 630 | 240 | 160 | 515 |
| 9 | 720 | 870 | 610 | 230 | 155 | 495 |
| 10 | 690 | 840 | 585 | 225 | 150 | 475 |
| 11 | 665 | 805 | 560 | 220 | 145 | 455 |
| 12 | 640 | 780 | 545 | 215 | 140 | 440 |

(рис. 12), длина которого для каждого канала указана в таблицах.

В качестве активного вибратора многоэлементной антенны может быть использован также линейный полуволновой вибратор, однако он конструктивно менее удобен.

Все вибраторы многоэлементной антенны изготавливаются из стальных, латунных или дюралюминиевых трубок диаметром 10—20 *мм*. Если в качестве активного вибратора применен шлейф-вибратор, то он, как и пассивные вибраторы, укрепляется на стреле без изоляторов Стрела выполняется из металлической трубы или деревянного бруска такого сечения, которое обеспечивает нужную механическую прочность антенны. Стрела с вибраторами устанавливается на металлической или деревянной мачте.

Коэффициенты усиления по напряжению рассмотренных

Таблица 15

**Геометрические размеры пятиэлементной антенны**

| Телевизионные каналы | Размеры, мм | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D | E | a | b | c | d | Длина U-колена, мм |
| 1 | 2 760 | 3 130 | 2 510 | 2 490 | 2 430 | 1 200 | 730 | 700 | 740 | 1 900 |
| 2 | 2 340 | 2 650 | 2 130 | 2 100 | 2 060 | 1 030 | 620 | 590 | 625 | 1 600 |
| 3 | 1 790 | 2 060 | 1 650 | 1 630 | 1 600 | 790 | 480 | 460 | 485 | 1 240 |
| 4 | 1 620 | 1 870 | 1 500 | 1 485 | 1 450 | 720 | 435 | 420 | 440 | 1 120 |
| 5 | 1 510 | 1 710 | 1 370 | 1 360 | 1 330 | 660 | 400 | 380 | 400 | 1 030 |
| 6 | 730 | 840 | 720 | 720 | 700 | 325 | 210 | 500 | 420 | 560 |
| 7 | 690 | 840 | 680 | 680 | 660 | 310 | 210 | 530 | 365 | 535 |
| 8 | 680 | 800 | 660 | 660 | 650 | 300 | 210 | 490 | 370 | 515 |
| 9 | 660 | 760 | 640 | 610 | 610 | 290 | 160 | 450 | 380 | 495 |
| 10 | 605 | 700 | 610 | 610 | 610 | 260 | 190 | 445 | 315 | 475 |
| 11 | 580 | 710 | 580 | 580 | 570 | 260 | 190 | 390 | 350 | 455 |
| 12 | 550 | 680 | 560 | 560 | 530 | 240 | 250 | 385 | 340 | 440 |

Таблица 16

**Геометрические размеры семиэлементной антенны**

| Телевизионные каналы | Размеры, мм | | | | | | | | | | | | | Длина U-колена, мм |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D | E | F | G | a | b | c | d | e | f | |
| 6 | 700 | 840 | 695 | 710 | 695 | 685 | 670 | 500 | 295 | 420 | 400 | 265 | 280 | 560 |
| 7 | 670 | 800 | 660 | 670 | 660 | 650 | 640 | 475 | 280 | 400 | 380 | 250 | 270 | 535 |
| 8 | 645 | 770 | 640 | 650 | 640 | 625 | 615 | 455 | 270 | 385 | 370 | 245 | 260 | 515 |
| 9 | 620 | 740 | 615 | 620 | 615 | 600 | 590 | 435 | 260 | 370 | 355 | 235 | 250 | 495 |
| 10 | 595 | 710 | 585 | 595 | 585 | 575 | 565 | 420 | 250 | 355 | 340 | 225 | 240 | 475 |
| 11 | 575 | 685 | 570 | 580 | 570 | 560 | 550 | 405 | 240 | 345 | 330 | 220 | 230 | 455 |
| 12 | 555 | 660 | 550 | 560 | 550 | 540 | 530 | 390 | 230 | 335 | 315 | 210 | 225 | 440 |

многоэлементных антенн относительно полуволнового вибратора составляют: двухэлементной антенны—1,4; трехэлементной—1,8 ÷ 1,9; пятиэлементной—2,7÷2,8; семиэлементной—3,4÷3,5. Каждая из этих антенн обеспечивает на своем канале полосу пропускания, необходимую для получения высокой четкости изображения.

Угол раствора основного лепестка диаграммы направленности по уровню 0,7 напряжения составляет: для трехэлементных антенн—70°, пятиэлементных—50° и семиэлементных—35°.

Двухэлементная антенна (активный вибратор и рефлектор) применяется на расстоянии 30—40 *км*, трехэлементная

(активный вибратор, рефлектор и директор)—на расстоянии 35—50 *км* и пятиэлементная (активный вибратор, рефлектор и три директора)—на расстоянии 50—80 *км* от телевизионного центра. Указанные расстояния относятся к случаю приема первой программы Московского телевизионного центра на телевизоры с чувствительностью 500—1 000 *мкв* при высоте установки антенны в 15—20 *м*.

Применение многоэлементных антенн с узкими диаграммами направленности может дать выгоду и в условиях города, так как при помощи таких антенн часто удается ослабить повторные изображения на экране телевизора. Кроме того, в районах сильных помех даже при небольших расстояниях до телевизионного центра применение многоэлементных антенн также может оказаться полезным, если только источник помех не находится со стороны телецентра на линии, проходящей через телевизионный центр и приемную антенну.

## АНТЕННЫ ДЛЯ «ДАЛЬНЕГО» ПРИЕМА

Для приема телевидения на больших расстояниях от телевизионного центра (более 80—100 *км*) приходится применять антенны с большим коэффициентом усиления. Антенна типа «волновой канал», обеспечивающая требуемый при «дальнем» приеме коэффициент усиления, должна иметь большое число директоров. Например, для получения коэффициента усиления, равного 4,5—5, антенна «волновой канал» должна иметь не менее девяти директоров. Для такой антенны на первом телевизионном канале необходима стрела длиной примерно 7 *м*. Кроме того, эта антенна имеет узкую полосу пропускания. Поэтому для «дальнего» приема выгоднее применять так называемые синфазные антенны, представляющие собой систему из нескольких антенн типа «волновой канал» с небольшим числом директоров. Отдельные антенны такой системы подключаются к общему снижению параллельно.

Антенны, образующие синфазную решетку, могут быть разнесены в пространстве как по вертикали, так и по горизонтали. При разносе антенн по вертикали происходит сужение диаграммы направленности в вертикальной плоскости, а при разносе их по горизонтали—в горизонтальной. Часто антенны разносят и по горизонтали и по вертикали. Тогда диаграмма направленности сужается в обеих плоскостях. Во всех этих случаях увеличивается коэффициент усиления.

Величина коэффициента усиления синфазной решетки зависит от коэффициента усиления отдельной антенны, чис

ла антенн в решетке и расстояния между ними. При расстояниях между антеннами типа «волновой канал», равном длине волны, коэффициент усиления решетки может быть приближенно определен по формуле

$$K_p = K\sqrt{n},$$

где $K$ — коэффициент усиления отдельной антенны типа „волновой канал";

$n$ — число антенн в решетке.

При расстоянии, равном половине длины волны, коэффициент усиления уменьшается примерно на 20%.

Выбор расстояния между этажами и рядами синфазной решетки производится из конструктивных соображений. Обычно это расстояние выбирается в пределах от $\lambda/2$ до $\lambda$. Брать расстояние больше $\lambda$ не следует, так как это может привести не к увеличению, а к уменьшению коэффициента усиления за счет увеличения боковых лепестков диаграммы направленности.

Рассмотрим некоторые типы антенн для «дальнего» приема.

Двухэтажная пятиэлементная антенна (рис. 16) состоит из двух пятиэлементных антенн типа «волновой канал», установленных на общей мачте и разнесенных по вертикали.

Коэффициент усиления этой антенны при расстоянии между этажами, равном $\lambda/2$, составляет 3,5. Половина длины волны для каждого телевизионного канала может быть определена из табл. 1. При расстоянии между этажами, равном $\lambda$, коэффициент усиления возрастает еще на 20%.

По конструкции каждый этаж выполнен так же, как отдельная пятиэлементная антенна, описанная выше. Длины вибраторов и расстояния между ними выбираются по табл. 15.

Активные вибраторы каждого этажа соединяются со снижением при помощи коаксиальных кабелей, как показано на рис. 17. В табл. 17 указаны длины отрезков соединительных кабелей для каждого из двенадцати каналов. Снижение может быть выполнено из любого кабеля с волновым сопротивлением 75 *ом* (например, РК-1, РК-3, и т. д.). На конце отрезка кабеля $l_3$ жила замкнута на оплетку.

В табл. 17 указаны такие длины отрезков кабеля $l_2$, которые позволяют собрать антенну при расстоянии

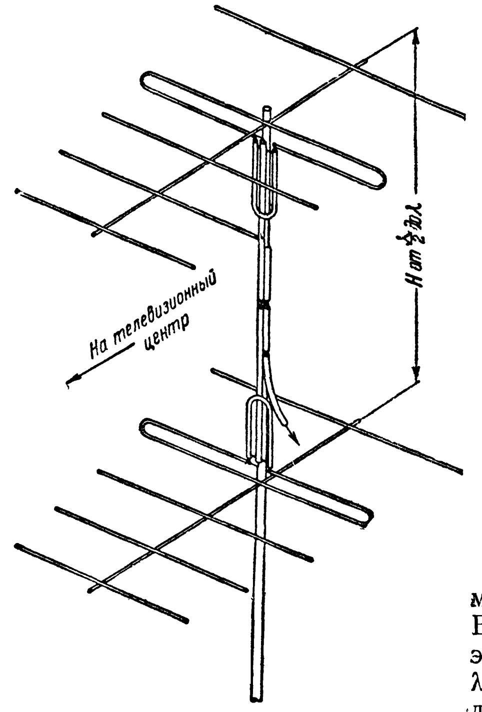



Рис. 16. Двухэтажная пятиэлементная антенна.

Рис. 17. Схема соединении кабелей двухэтажной пятиэлементной антенны. $l_1$, $l_2$ и $l_3$ — кабели РК-1 или РК-3; $l_4$ — кабель РК-6 РК-19 или РК-47.

между этажами $H = \lambda/2$. Если расстояние между этажами выбрано равным $\lambda$, то длины отрезков кабеля $l_2$, указанные в табл. 17, надо удвоить. Длины остальных отрезков кабеля остаются без изменений.

При сборке антенны нужно тщательно следить за тем, чтобы активные вибраторы обоих этажей питались синфазно, что достигается подключением отрезков кабелей $l_2$

Таблица 17

| Телевизионные каналы | Размеры, мм | | | | Телевизионные каналы | Размеры, мм | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $l_1$ | $l_2$ | $l_3 l_4$ | $l_5 l_6$ | | $l_1$ | $l_2$ | $l_3 l_4$ | $l, l_6$ |
| 1 | 1 900 | 1 900 | 950 | 950 | 7 | 535 | 535 | 270 | 270 |
| 2 | 1 600 | 1 600 | 800 | 800 | 8 | 515 | 515 | 260 | 260 |
| 3 | 1 240 | 1 240 | 620 | 620 | 9 | 495 | 495 | 250 | 250 |
| 4 | 1 120 | 1 120 | 560 | 560 | 10 | 475 | 475 | 240 | 240 |
| 5 | 1 030 | 1 030 | 515 | 515 | 11 | 455 | 455 | 230 | 230 |
| 6 | 560 | 560 | 280 | 280 | 12 | 440 | 440 | 220 | 220 |

к тем точкам активных вибраторов, которые находятся с одной стороны (либо направо, либо налево в обоих этажах). Например, если верхний отрезок кабеля $l_2$ подключен к точке *А* верхнего вибратора, то нижний отрезок $l_2$ нужно подключить к точке *Б* нижнего вибратора. Если это важное требование не выполнено, то антенна работать не будет.

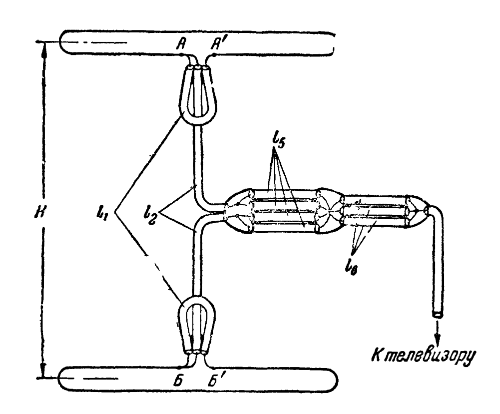



Рис. 18. Вариант схемы соединений кабелей двухэтажной пятиэлементной антенны.
$l_1$, $l_2$, $l_5$ и $l_6$ — кабель РК-1 или РК-3.

В случае отсутствия кабелей с волновым сопротивлением 50 *ом* (РК-6, РК-19 и т. д.), из которых выполнен согласующий трансформатор $l_4$, кабельные соединения в антенне можно выполнить по схеме рис. 18. Эта схема сложнее схемы рис. 17, но в ней используется только кабель с волновым сопротивлением 75 *ом* (РК-1 или РК-3).

Длины отрезков кабелей для схемы рис. 18 указаны в табл. 17. При соединениях по этой схеме оплетки на концах кабелей $l_5$ и $l_6$ нужно спаять.

Четырехэтажная пятиэлементная антенна (рис. 19,*а*) состоит из четырех пятиэлементных антенн типа «волновой канал», установленных на общей мачте и разнесенных по вертикали. Размеры вибраторов каждого этажа и расстояния между вибраторами выбираются по табл. 15. Расстояние между этажами равно $\lambda/2$. Коэффициент усиления такой антенны по напряжению составляет 5—5,5.

Схема соединений активных вибраторов этой антенны показана на рис. 19,*б*. Все соединения выполняются

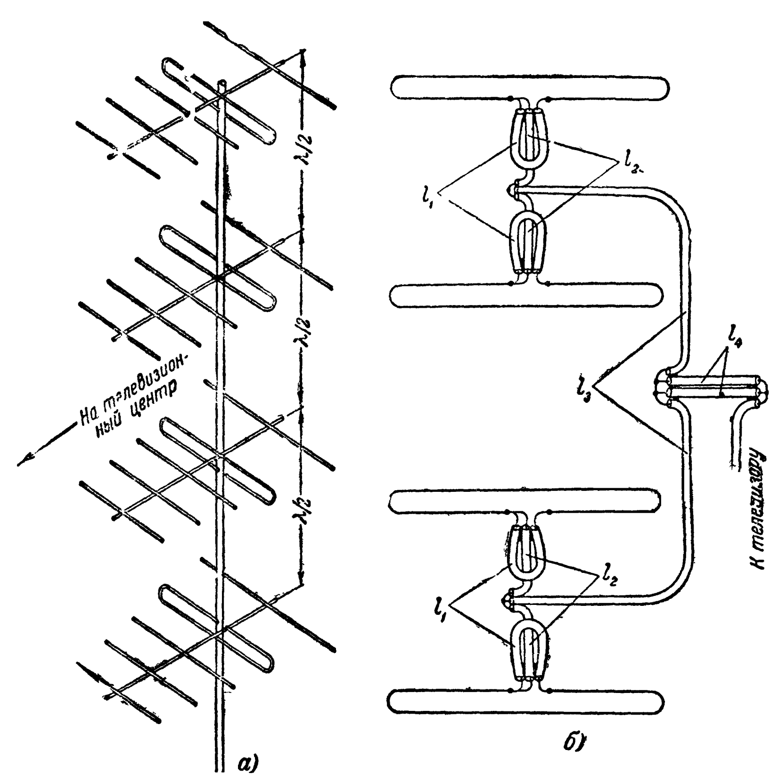



Рис. 19. Четырехэтажная пятиэлементная антенна.
*а* — устройство антенны, *б* — схема соединений кабелей

коаксиальным кабелем с волновым сопротивлением 75 *ом* (например, РК-1 или РК-3) длины соответствующих отрезков кабеля указаны в табл. 18.

Таблица 18

| Телевизионные каналы | Размеры, *мм* | | | | Телевизионные каналы | Размеры, *мм* | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $l_1$ | $l_2$ | $l_3$ | $l_4$ | | $l_1$ | $l_2$ | $l_3$ | $l_4$ |
| 1 | 1 900 | 1 900 | 3 800 | 950 | 7 | 535 | 535 | 1 070 | 270 |
| 2 | 1 600 | 1 600 | 3 200 | 800 | 8 | 515 | 515 | 1 030 | 260 |
| 3 | 1 240 | 1 240 | 2 480 | 620 | 9 | 495 | 495 | 990 | 250 |
| 4 | 1 120 | 1 120 | 2 240 | 560 | 10 | 475 | 475 | 950 | 240 |
| 5 | 1 030 | 1 030 | 2 060 | 515 | 11 | 455 | 455 | 910 | 230 |
| 6 | 560 | 560 | 1 120 | 280 | 12 | 440 | 440 | 880 | 220 |

Два отрезка кабеля $l_4$ соединяются параллельно. На обоих концах жилы этих кабелей спаивают между собой, оплетки также спаиваются вместе.

При сборке антенны нужно следить за тем, чтобы активные вибраторы всех четырех этажей соединялись с кабелями синфазно, как и в двухэтажной пятиэлементной антенне.

Двухэтажная двухрядная пятиэлементная антенна, эскиз которой показан на рис. 20,*а*, также состоит из четырех пятиэлементных антенн типа «волновой канал». Схема соединений кабелей антенны (рис. 20,*б*) такая же, что и приведенная на рис. 19,*б*, для четырехэтажной пятиэлементной антенны. Длины отрезков кабелей приведены в табл. 18.

Расстояния между этажами антенны (по вертикали) $H$ могут быть взяты в пределах от $\lambda/2$ до $\lambda$, а расстояние между рядами (по горизонтали) $P$ — в пределах от $^3/_4$ $\lambda$ до $\lambda$.

Нужно отметить, что на каналах с шестого по двенадцатый имеет смысл строить синфазные решетки, состоящие из большего количества антенн «волновой канал», так как габариты этих антенн на указанных каналах невелики. Это полезно, поскольку действующая высота вибраторов уменьшается с укорочением длины волны, что может быть в некоторой степени скомпенсировано увеличением коэффициента усиления антенны.

Ромбическая антенна. Синфазные антенны, построенные из антенн типа «волновой канал», являются относительно узкополосными. Они работают удовлетворительно лишь в пределах одного телевизионного канала первого диапазона (каналы 1—5) и не более, чем в пределах двух соседних телевизионных каналов третьего диапазона (каналы 6—12).

Широкодиапазонной направленной антенной с большим коэффициентом усиления является ромбическая антенна. Ее диапазонные свойства обусловлены тем, что она выполнена из проводов с бегущей волной тока, что обеспечивает постоянство входного сопротивления и формы диаграммы направленности в широкой полосе частот. В отличие от резонансных антенн со стоячими волнами тока в отдельных элементах, какими являются антенны типа «волновой канал», ромбические антенны можно назвать апериодическими.

Ромбическая антенна состоит из двух согнутых горизонтальных проводов, образующих стороны ромба

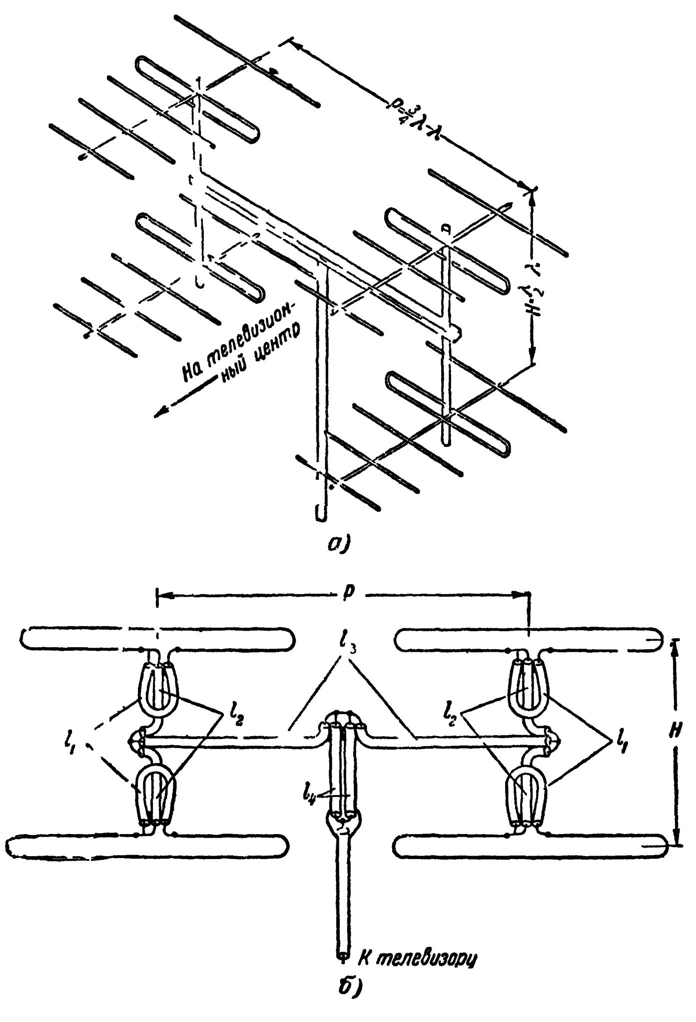



**Рис. 20** Двухэтажная двухрядная пятиэлементная антенна.
*а* — устройство антенны, *б* — схема соединений кабелей

(рис. 21), и представляет собой, по сути, двухпроводную линию, провода которой разведены в середине (точки *B* и *E*) на расстояние в несколько длин волн. К точкам *A* и *F* подключается снижение, а к точкам *C* и *D* — активное сопротивление, равное по величине волновому сопротивлению ромба (700 *ом*). В проводах ромба устанавливается режим бегущей волны и входное сопротивление ромба в точках *AF* оказывается равным его волновому сопротивлению.

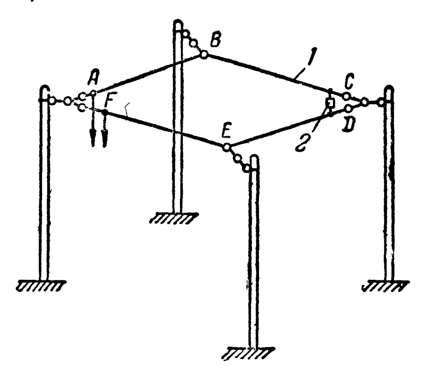


Рис. 21. Ромбическая антенна.
*1* — провода антенны из голого медного провода диаметром 3 *мм* 2 — оконечное сопротивление 700 *ом* типа ВС-1.

Нужно отметить, что волновое сопротивление не остается постоянным по длине антенны; оно растет при увеличении расстояния между проводами и падает при уменьшении этого расстояния. В некоторых случаях для сохранения постоянства волнового сопротивления антенну выполняют так, что каждая сторона ромба образована

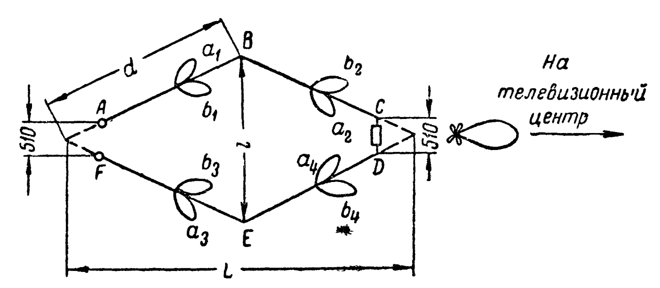


Рис. 22. Формирование диаграммы направленности ромбической антенны.

двумя проводами, которые расходятся к вершине тупого угла и сходятся к вершине острого. При использовании ромба в качестве приемной антенны можно этого не делать, поскольку некоторое непостоянство волнового сопротивления большого значения при приеме не имеет.

Формирование диаграммы направленности ромбической антенны можно упрощенно объяснить, пользуясь рис. 22, на котором показаны диаграммы направленности

каждого из проводов с бегущей волной тока, образующих отдельные стороны ромба. Геометрические размеры ромба выбираются так, чтобы направления лепестков $b_1$, $b_2$, $b_3$ и $b_4$ диаграмм направленности каждого провода оказались параллельными. Фазовые соотношения между токами в отдельных проводах ромба таковы, что в направлении, показанном стрелкой и совпадающем с продолжением большой диагонали ромба, происходит сложение полей. В боковых направлениях, совпадающих с лепестками $a_1$, $a_2$, $a_3$ и $a_4$, поля частично компенсируются.

Помимо основного лепестка, диаграмма направленности ромбической антенны содержит большое количество интенсивных боковых лепестков. Это объясняется не только неполной компенсацией полей в боковых направлениях, что вообще присуще ромбической антенне, но и наличием небольших отраженных волн в проводах антенны за счет непостоянства волнового сопротивления по ее длине, а также погрешностями при установке антенны (перекосами и т. д.).

Необходимо отметить, что потери мощности в оконечном сопротивлении ромба приводят к тому, что коэффициент усиления оказывается на 30—40% меньше, чем коэффициент усиления, соответствующий форме диаграммы направленности.

Геометрические размеры ромбической антенны подсчитываются по следующим формулам (обозначения см. на рис. 22):

$$d = n\lambda; \quad L = \lambda(2n - 1); \quad l = \lambda\sqrt{4n - 1}.$$

Целое число $n$ выбирается из следующих соображений. Чем больше $n$, тем выше коэффициент усиления антенны, но тем больший по площади участок нужен для ее установки. Зависимость коэффициента усиления ромбической антенны по напряжению от значения $n$ приведена в табл. 19.

Таблица 19

| $n$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Коэффициент усиления . . . . . | 1,75 | 2,5 | 3,1 | 3,7 | 4,2 | 4,6 | 4,9 | 5,1 |

Рекомендуется брать значения $n$ в пределах от 4 до 8. При $n$ большем 8 коэффициент усиления растет очень медленно, а размеры площадки и сложность установки антенны значительно возрастают.

Ромбическая антенна выполняется из голого медного провода диаметром 3 *мм*. Применять мягкий медный канатик не следует, так как это приводит к увеличению потерь в проводах и, следовательно, к снижению коэффициента усиления. Монтируется ромб на четырех деревянных или металлических опорах высотой 20—25 *м*. Углы ромба крепятся к опорам при помощи цепочек изоляторов из фарфора или пластмассы. На расстоянии около 1 *м* от вершины каждой опоры устанавливается свободно вращающийся блок, через который протягивается стальной трос, предназначенный для подъема и спуска антенны. Для предотвращения соскакивания троса с блока последний нужно снабдить ограничителем. Подъем производится путем небольших последовательных подтягиваний тросов. Если подъем производится в теплое время, то нельзя окончательно подтягивать провода слишком сильно, а нужно оставить на каждом проводе ромба стрелу провеса не менее 1—1,5 *м*, так как иначе при наступлении холодов провода могут лопнуть.

Наиболее ответственным этапом работ по установке ромбической антенны является подготовительный этап — разметка площадки для установки опор. Направление большой диагонали ромба должно весьма точно совпадать с направлением на передающую антенну телевизионного центра (допустима ошибка, не превышающая 2—3°). Требуемое направление определяется по карте с крупным масштабом. При разметке площадки нужно пользоваться компасом. Учет величины и знака магнитного склонения в данном пункте является при этом обязательным (подробное описание способа ориентировки антенн и карта магнитного склонения приведены в журнале «Радио», 1957, № 9).

Оконечное сопротивление 700 *ом* типа ВС-1 нужно заключить в трубку из изоляционного материала, имеющую с торцов завинчивающиеся пробки с отверстиями для прохода провода. После установки сопротивления трубка заливается церезином или стеарином. В практике эксплуатации приемных ромбических антенн отмечены случаи сгорания нагрузочного сопротивления при ударах молнии. Поэтому можно рекомендовать параллельно сопротивлению подключить разрядник, хотя эта мера и вызовет некоторое рассогласование антенны с оконечным сопротивлением.

В качестве снижения ромбической антенны может быть использован как коаксиальный кабель, так и ленточный

кабель КАТВ. Подключение ленточного кабеля к антенне производится через сходящуюся двухпроводную линию, выполненную из голого медного провода диаметром 3 *мм*, как показано на рис. 23. При такой схеме питания ромбическая антенна может работать в широкой полосе частот. Конструкция сходящейся линии приведена на рис. 24.

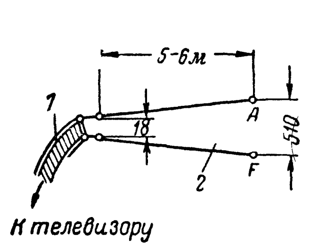



Рис. 23. Схема подключения кабеля КАТВ.

*1* — кабель КАТВ; *2* — трансформатор в виде сходящейся линии из голого медного провода диаметром 3 *мм*.

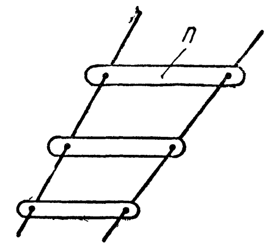



Рис. 24. Конструкция сходящейся линии.

*П* — планки из изоляционного материала (органическое стекло, текстолит, гетинакс)

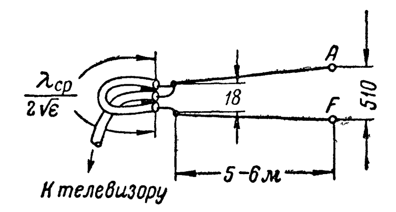



Рис. 25. Схема подключения коаксиального кабеля (РК-1, РК-3) через U-колено.

Коаксиальный кабель (РК-1, РК-3 и т. д.) может быть подключен к ромбической антенне через сходящуюся линию по схеме рис. 25 или рис. 26.

При подключении снижения по схеме рис. 25 диапазонные свойства ромбической антенны ограничены полосой пропускания U-колена (один телевизионный канал на частотах от 48,5 до 100 *Мгц* и два-три соседних канала на частотах 174—230 *Мгц*). Длина U-колена выбирается по табл. 11.

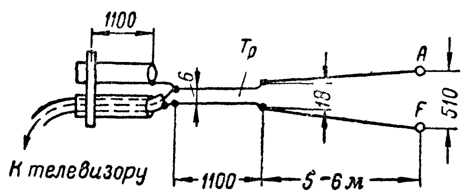



Рис. 26. Схема подключения коаксиального кабеля (РК-1, РК-3) через симметрирующий короткозамкнутый мостик. *Тр*—двухпроводный четвертьволновой трансформатор из голого медного провода диаметром 3 *мм*.

Схема на рис. 26 несколько сложнее, но она обеспечивает работу антенны в полосе частот всех двенадцати телевизионных каналов. Указанные на рис. 26 длины симметрирующего мостика и двухпроводного согласующего трансформатора соответствуют четверти длины волны на средней частоте диапазона 48,5—100 *Мгц* и трем четвертям волны на средней частоте диапазона 174—230 *Мгц*.

Преимуществом ромбической антенны по сравнению с синфазными решетками из антенн типа «волновой канал» является ее широкополосность, а недостатками — большая восприимчивость к помехам за счет значительного количества боковых лепестков диаграммы направленности и необходимость большой площадки для установки антенны.

ГЛАВА ПЯТАЯ

# МНОГОПРОГРАММНЫЕ НАРУЖНЫЕ АНТЕННЫ

Многопрограммные наружные антенны для приема телевизионных передач можно разбить на две основные группы: широкополосные антенны, работающие в полосе частот нескольких смежных телевизионных каналов или всех двенадцати каналов, и антенны, работающие на нескольких заданных не смежных каналах.

Прежде чем перейти к описанию специальных многопрограммных антенн, рассмотрим на примере двух московских программ, каким образом можно приспособить уже имеющуюся однопрограммную антенну для приема двух программ.

## ПРИСПОСОБЛЕНИЕ АНТЕНН ПЕРВОЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ПРИЕМА ДВУХ ПРОГРАММ

Для выяснения возможностей приема двух программ телевидения на антенны первой программы надо иметь в виду следующее. Антенны передатчиков обеих программ расположены в одном месте, и сигналы первой и второй программ приходят в точку приема с одного направления. Отсюда следует, что максимумы диаграмм направленности двухпрограммной антенны на частотах первой и второй программ должны примерно совпадать. Во всяком случае в направлении на телевизионный центр диаграммы направленности не должны иметь заметных провалов.

Передатчик первой программы работает в полосе частот первого телевизионного канала (несущая частота изображения 49,75 *Мгц*, несущая частота звука 56,25 *Мгц*), а передатчик второй программы в полосе частот третьего канала (несущая частота изображения 77,25 *Мгц*, несущая частота звука 83,75 *Мгц*). При таком соотношении частот приемная антенна первого канала на частотах третьего канала будет расстроена. Расстройка антенны приведет, во-первых, к изменению диаграммы направленности антенны по сравнению с диаграммой направленности на частотах первого канала и, во-вторых, к тому, что антенна на частотах третьего канала не будет согласована с кабелем снижения. Это может привести к уменьшению эффективности антенны и к появлению на экране телевизора повторных изображений.

Наиболее распространенными однопрограммными антеннами являются линейный полуволновой вибратор с симметрирующим мостиком, линейный полуволновой вибратор с U-коленом, шлейф-вибратор с U-коленом и направленные антенны типа «волновой канал».

Линейный полуволновой вибратор с симметрирующим мостиком (рис. 9,*в*), настроенный на среднюю частоту первого канала, может быть использован для приема передач, ведущихся на частотах третьего канала без переделок.

Объясняется это следующим. На средней частоте третьего канала ($f_{ср}$ = 80 *Мгц*, $\lambda_{ср}$ = 3,75 *м*) вибратор первого канала имеет длину, равную примерно трем четвертям средней длины волны третьего канала. При такой длине вибратора направление максимального приема остается тем же, что и для первого канала, если только сохранена симметрия токов в обеих половинах вибратора. Как видно из рис. 9,*в*, коаксиальный кабель снижения, имеющий волновое сопротивление 75 *ом* (например, кабель РК-1), подключен к антенне через коротко замкнутый мостик так, что жила кабеля имеет контакт с одной половиной вибратора, а оплетка кабеля с другой его половиной. При такой схеме подключения кабеля независимо от степени расстройки антенны симметрия токов, текущих в левой и правой половинах вибратора, сохраняется.

Диаграммы направленности антенны, настроенной на частоту 52,5 *Мгц* (средняя частота первого канала) измеренные на частотах 52,5 и 80 *Мгц* (средняя частота третьего канала) приведены на рис. 27. Как видно, на-

правления максимального приема на первом и третьем каналах действительно совпадают.

Входное сопротивление линейного полуволнового вибратора, настроенного на первый канал, имеет на частотах третьего канала значительную реактивную составляющую, а его активная составляющая не равна 73 *ом*. Таким образом, антенна не будет согласована с кабелем снижения. Поскольку телевизоры, выпускаемые промышленностью, должны иметь входное сопротивление, близкое к волновому сопротивлению кабеля снижения, то рассогласование антенны с кабелем на третьем канале не вызовет заметных повторных контуров изображения, которые получаются из-за многократных отражений в кабеле. Рассогласование поведет только к небольшому уменьшению эффективности антенны.

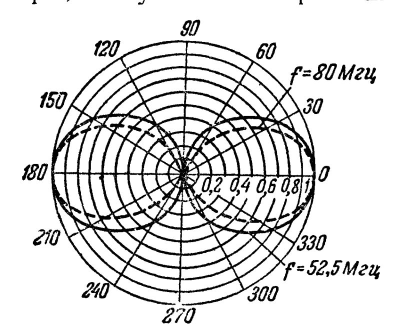



Рис. 27. Диаграммы направленности линейного полуволнового вибратора первого канала с симметрирующим мостиком на средних частотах первого ($f$=52,5 *Мгц*) и третьего ($f$ = 80 *Мгц*) каналов.

Таким образом, полуволновой вибратор с симметрирующим мостиком, предназначенный для приема передач, ведущихся на частотах первого канала, может быть использован и на третьем канале, но с несколько меньшей эффективностью, чем антенна такого же типа, настроенная на частоту третьего канала.

Линейный полуволновой вибратор с U-коленом (рис. 9,*г*), настроенный на частоты первого канала, на третьем канале применять нельзя вследствие искажения диаграммы направленности. Причиной искажения диаграммы направленности является то, что на третьем канале разность хода сигнала в отрезках кабеля $l_1$ и $l_2$ (рис. 9,*г*) отличается от половины средней длины волны в кабеле.

Шлейф-вибратор с U-коленом (рис. 12,*а*), настроенный на частоту первого канала, на третьем канале не может быть использован. Дело в том, что U-колено на частоте настройки антенны имеет длину $l_u = \frac{1}{2} \lambda_{к1}$,

где $\lambda_{к1}$ —средняя длина волны в кабеле для первого канала. При такой длине U-колена напряжение на зажиме $A$ вибратора (рис. 12,*а*) относительно точки нулевого потенциала сдвинуто по фазе на 180° относительно напряжения на зажиме $A'$. В этом случае токи в правой и левой половинах вибратора симметричны, и диаграмма направленности антенны имеет обычную форму восьмерки. На частотах третьего канала длина U-колена уже не будет равна половине длины волны. Так, на частоте 80 *Мгц* U-колено антенны первого канала имеет длину, равную примерно $\frac{3}{4}\lambda_{к3}$, где $\lambda_{к3}$ — средняя длина волны в кабеле для третьего канала. При такой длине U-колена симметрия токов в вибраторе окажется нарушенной, и антенна будет, как говорят, «принимать на кабель», в результате чего, во-первых, исказится диаграмма направленности, и, во-вторых, понизится помехоустойчивость приема.

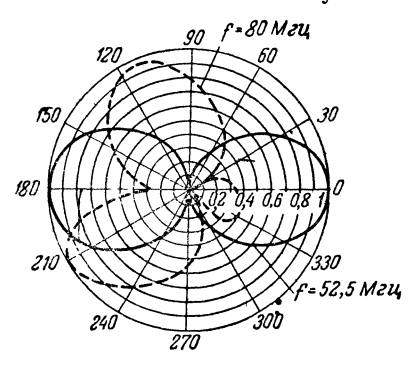



Рис. 23. Диаграммы направленности шлейф-вибратора первого канала с симметрирующим U-коленом на средних частотах первого ($f = 52{,}5$ *Мгц*) и третьего ($f = 80$ *Мгц*) каналов.

Искажения диаграммы направленности, вызванные неправильной длиной U-колена, носят произвольный характер и зависят от расположения кабеля снижения относительно вибратора. Может оказаться, что в направлении на телевизионный центр диаграмма направленности шлейф-вибратора с U-коленом на третьем канале будет иметь провал.

На рис. 28 приведен пример искаженной диаграммы направленности шлейф-вибратора первого канала с U-коленом на средней частоте третьего канала (80 *Мгц*) и для сравнения дана диаграмма этой же антенны на средней частоте первого канала (52,5 *Мгц*).

Для использования шлейф-вибратора первого канала на третьем канале нужно подключать коаксиальный кабель через симметрирующий мостик подобно тому, как показано на рис. 9,*в* для линейного полуволнового вибратора, либо по схеме рис. 29.

На схеме рис. 29,*а* кабель снижения подводится к шлейф-вибратору в точке нулевого потенциала (точ-

ка *О*) и дальше проходит либо внутри одной половины вибратора (если позволяет диаметр трубки), либо снаружи. Если кабель протягивается внутри трубки, то на проходящем внутри нее участке кабеля изоляционная оболочка может быть снята.

При такой схеме подключения кабеля на обоих каналах не нарушается симметрия токов в вибраторе, а следовательно, сохраняется и направление максимального приема.

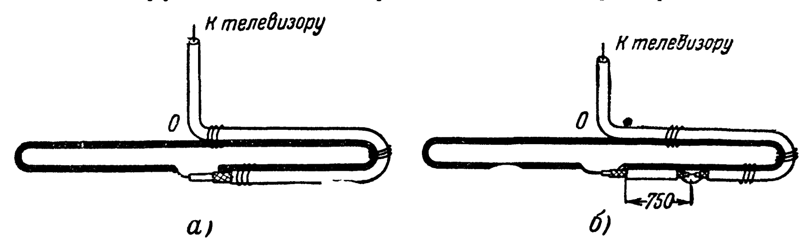



Рис. 29. Схемы подключения коаксиального кабеля к шлейф-вибратору первого канала для приема двух программ телевидения.
*а* — без согласующего трансформатора; *б* — с согласующим трансформатором.

Используя кабель РК-50 (волновое сопротивление 150 *ом*), можно несколько улучшить согласование шлейф-вибратора со снижением, имеющим волновое сопротивление 75 *ом*, подключив кабель снижения через четвертьволновой трансформатор из кабеля РК-50. Схема подключения трансформатора показана на рис. 29,*б*. Длина коаксиального трансформатора выбирается равной четверти длины волны в кабеле на частоте 66 *Мгц* (средняя частота между частотами первого и третьего каналов). Выбранная таким образом длина трансформатора равна 75 *см*, что составляет 0,2 λ на средней частоте первого канала и 0,3 λ — на средней частоте третьего канала. При этом, хотя длина трансформатора ни на первом, ни на третьем канале не равна четверти длины волны, он все же немного улучшит согласование антенны с 75-омным кабелем.

Шлейф-вибратор первого канала, соединенный ленточным кабелем КАТВ (рис. 12,*б*) с телевизором, имеющим симметричный 300-омный вход, может быть использован на третьем канале без переделок.

Направленные антенны типа «волновой канал», настроенные на первый канал, на третьем кана-

ле, как правило, использоваться не могут. Диаграмма направленности таких антенн сохраняет свою форму только в относительно узкой полосе частот около частоты настройки. Поэтому на третьем канале диаграмма направленности антенны первого канала будет сильно искажена и в направлении на телевизионный центр может иметь провал.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗДЕЛЬНЫХ АНТЕНН С ОБЩИМ СНИЖЕНИЕМ

Для приема двух различных программ можно использовать две раздельные антенны, установленные на общей мачте, как показано на рис. 30. Каждая из этих антенн

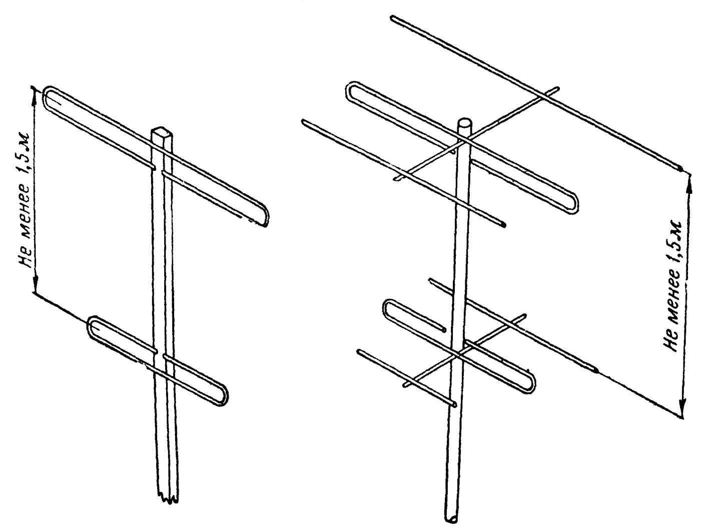



Рис. 30. Расположение двух антенн на общей мачте.

в зависимости от необходимого коэффициента усиления (см. табл. 12), может быть одноэлементной или многоэлементной.

Геометрические размеры антенн и размеры U-колена в соответствии с частотами принимаемых программ выбираются по табл. 13, 14, 15 и 16. Расстояние между антеннами по вертикали должно быть не менее четверти длины волны на средней частоте более низкочастотного канала. Применение двух раздельных антенн удобно для приема

телевизионных сигналов, приходящих с двух различных направлений.

Соединение антенн с общим кабелем снижения выполняется при помощи разделительного фильтра, который обеспечивает развязку между антеннами (рис. 31).

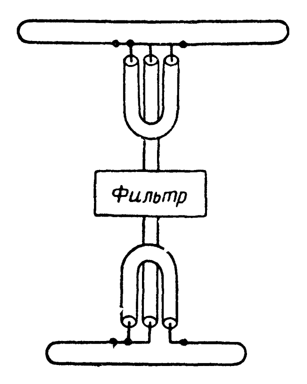



Рис. 31. Схема подключения двух антенн к общему снижению.

Разделительный фильтр можно выполнить из отрезков коаксиальных кабелей с волновым сопротивлением 75 *ом* (РК-1 и РК-3) или на сосредоточенных постоянных — катушках индуктивности и конденсаторах. Схема фильтра из отрезков кабелей показана на рис. 32.

Работа фильтра основана на использовании следующих свойств отрезков кабеля: входное сопротивление четвертьволнового закороченного и полуволнового разомкнутого на конце кабеля равно бесконечности, а четвертьволнового разомкнутого и полуволнового закороченного кабеля — нулю.

Пусть $\lambda_1$ — средняя длина волны одного из принимаемых каналов, а $\lambda_2$ — другого. Сигнал на волне $\lambda_2$, принятый настроенной на эту волну антенной *II*, поступает в общий кабель снижения, не испытывая отражений в точках *В* и *Б*

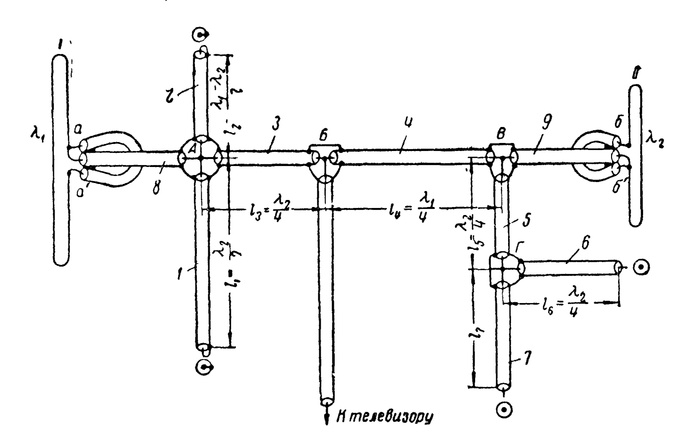



Рис. 32. Схема разделительного фильтра из отрезков коаксиального кабеля. Все кабели с волновым сопротивлением 75 *ом* (РК-1, РК-3 и т. д.).

и не ответвляясь в сторону антенны *I*, настроенной на волну $\lambda_1$. Объясняется это следующим. В точке *В* к кабелю, идущему от антенны *II*, подключен комбинированный шлейф, входное сопротивление которого на волне $\lambda_2$ очень велико и, следовательно, на волне $\lambda_2$ он не шунтирует кабель, идущий от антенны *II*. Большое входное сопротивление комбинированного шлейфа обусловлено тем, что разомкнутый на конце кабель *6* длиной $l_6 = \frac{\lambda_2}{4}$ в точке *Г* замыкает накоротко кабель *5*, длина которого $l_5$ также равна $\frac{\lambda_2}{4}$, и поэтому в точке *В* входное сопротивление кабеля *5* очень велико. Сигнал на волне $\lambda_2$ не ответвляется в точке *Б* в сторону антенны *I*, так как кабель *3* имеет в точке *Б* очень большое входное сопротивление. Объясняется это тем, что в точке *А* на расстоянии $l_3 = \frac{\lambda_2}{4}$ от точки *Б* включен закороченный на конце кабель *1* длиной $l_1 = \frac{\lambda_2}{2}$. Таким образом, мощность сигнала на волне $\lambda_2$, принятого антенной *II*, поступает без потерь в общий кабель снижения.

Сигнал на волне $\lambda_1$, принятый антенной *I*, настроенной на эту волну, также поступает в общий кабель снижения, не испытывая отражения в точках *А* и *Б* и не ответвляясь в сторону антенны *II*. Объясняется это следующим. В точке *А* к кабелю, идущему от антенны *I*, подключены параллельно два короткозамкнутых шлейфа *1* и *2*, сумма длин которых равна $\frac{\lambda_1}{2}$. Известно, что короткозамкнутый с обоих концов отрезок кабеля длиной в половину волны имеет в любом сечении очень большое сопротивление между жилой и оплеткой. Поэтому сигнал на волне $\lambda_1$ не испытывает отражений в точке *А*. Сигнал на волне $\lambda_1$ не ответвляется в точке *Б* в сторону антенны *II*, так как кабель *4* имеет в точке *Б* очень большое входное сопротивление. Объясняется это тем, что в точке *В* на расстоянии $l_4 = \frac{\lambda_1}{4}$ от точки *Б* включен комбинированный шлейф, входное сопротивление которого на волне $\lambda_1$ равно нулю, что достигается подбором длины $l_7$ кабеля *7*. Длина кабеля *7* зависит от соотношения длин волн принимаемых каналов.

Таким образом, мощность сигнала на волне $\lambda_1$, при-

нятого антенной *I*, поступает без потерь в общий кабель снижения. Кроме того, фильтр не пропускает в общий кабель снижения сигналы на волне $\lambda_1$, принятые антенной *II*, и сигналы на волне $\lambda_2$, принятые антенной *I*, что устраняет возможное искажение сигналов.

Размеры отрезков кабелей фильтра для любых возможных сочетаний принимаемых каналов приведены в табл. 20. Кабели 8 и 9 могут быть произвольной длины. Длины U-колен приведены в табл. 11.

Таблица 20

| Номер канала на волне $\lambda_1$ | Номер канала на волне $\lambda_2$ | Размеры, *мм* | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $l_1$ | $l_2$ | $l_3$ | $l_4$ | $l_5$ | $l_6$ | $l_7$ |
| 1 | 3 | 1 250 | 650 | 625 | 960 | 625 | 625 | 455* |
| | 4 | 1 130 | 770 | 565 | 960 | 565 | 565 | 615* |
| | 5 | 1 040 | 860 | 520 | 960 | 520 | 520 | 770* |
| | 6 | 560 | 1 350 | 280 | 960 | 280 | 280 | 590 |
| | 7—8 | 520 | 1 390 | 260 | 960 | 260 | 260 | 630 |
| | 9—10 | 480 | 1 430 | 240 | 960 | 240 | 240 | 670 |
| | 11—12 | 450 | 1 460 | 225 | 960 | 220 | 220 | 700 |
| 2 | 4 | 1 130 | 480 | 565 | 810 | 565 | 565 | 295* |
| | 5 | 1 040 | 570 | 520 | 810 | 520 | 520 | 405* |
| | 6 | 560 | 1 050 | 280 | 810 | 280 | 280 | 410 |
| | 7—8 | 520 | 1 090 | 260 | 810 | 260 | 260 | 250 |
| | 9—10 | 480 | 1 130 | 240 | 810 | 240 | 240 | 490 |
| | 11—12 | 450 | 1 160 | 225 | 810 | 220 | 220 | 530 |
| 3 | 5 | 1 040 | 210 | 520 | 620 | 520 | 520 | 275* |
| | 6 | 560 | 690 | 280 | 620 | 280 | 280 | 90 |
| | 7—8 | 520 | 730 | 260 | 620 | 260 | 260 | 190 |
| | 9—10 | 480 | 770 | 240 | 620 | 240 | 240 | 250 |
| | 11—12 | 450 | 800 | 225 | 620 | 220 | 220 | 310 |
| 4 | 6 | 560 | 570 | 280 | 560 | 280 | 280 | 0 |
| | 7—8 | 520 | 610 | 260 | 560 | 260 | 260 | 90 |
| | 9—10 | 480 | 650 | 240 | 560 | 240 | 240 | 160 |
| | 11—12 | 450 | 680 | 225 | 560 | 220 | 220 | 230 |
| 5 | 6—7 | 550 | 490 | 270 | 520 | 290 | 290 | 0 |
| | 8 | 510 | 530 | 250 | 520 | 250 | 250 | 0 |
| | 9—10 | 480 | 560 | 240 | 520 | 240 | 240 | 70 |
| | 11—12 | 450 | 590 | 225 | 520 | 220 | 220 | 150 |

Пользоваться табл. 20 для определения длин кабелей фильтра надо следующим образом. В графе «Номер канала на волне $\lambda_1$» нужно найти номер канала, имеющего более низкую, а в графе «Номер канала на волне $\lambda_2$»

более высокую частоту. Необходимые размеры кабелей проставлены в горизонтальной строке против номера канала на волне $\lambda_2$.

На концах кабелей 1 и 2 жила замкнута на оплетку. На конце кабеля 6 жила и оплетка разомкнуты. На конце кабеля 7 жила и оплетка замкнуты только у тех кабелей, длина которых $l_7$ помечена в табл. 20 звездочкой (кабели 7, длина которых не помечена звездочкой, разомкнуты на конце).

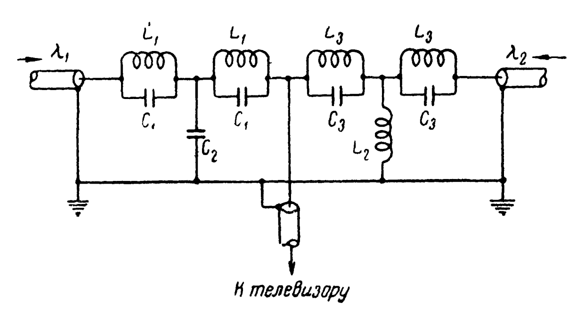



Рис. 33. Схема разделительного фильтра на сосредоточенных постоянных.

При сборке фильтра нужно тщательно следить за тем, чтобы в местах соединения отрезков кабелей не было короткого замыкания между жилой и оплеткой. После сборки фильтра его можно свернуть в жгут и подвязать к мачте антенны либо поместить на чердаке или в комнате.

Схема разделительного фильтра на сосредоточенных постоянных, скомбинированного из фильтров верхних и нижних частот, показана на рис. 33.

Электрические и конструктивные данные элементов фильтра приведены в табл. 21. Фильтр типа I используется в случаях, когда один из принимаемых каналов расположен в диапазоне 48,5—100 *Мгц* (каналы 1—5), а другой — в диапазоне 174—230 *Мгц* (каналы 6—12). Фильтр типа II используется для приема первого и третьего, типа III — второго и четвертого, типа IV — второго и пятого каналов.

Фильтр монтируется на гетинаксовой пластине размерами 110×60 *мм*. Все конденсаторы фильтра—типа КТК. Все катушки наматываются на каркасах из текстолита или гетинакса в один слой виток к витку проводом ПЭЛ 0,6. Катушки $L_1$ и $L_3$ помещаются на общем, а катушка $L_2$ на

отдельном каркасе и располагается перпендикулярно катушкам $L_3$. Монтажные концы должны быть как можно короче. Оплетки всех трех кабелей, подходящих к фильтру, соединяются общей шиной.

Устанавливать фильтр можно на мачте или в помещении. В случае установки фильтра на улице его нужно закрыть крышкой из изоляционного материала и залить церезином или стеарином. Заливка производится через отверстие (диаметром 3—4 *мм*) в крышке.

Таблица 21

| Тип фильтра | Катушки | | | | | | | | | Емкость конденсаторов, *пф* | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $L_1$ | | | $L_2$ | | | $L_3$ | | | | | |
| | Индуктивность, *мкгн* | Число витков | Диаметр каркаса, *мм* | Индуктивность, *мкгн* | Число витков | Диаметр каркаса, *мм* | Индуктивность, *мкгн* | Число витков | Диаметр каркаса, *мм* | $C_1$ | $C_2$ | $C_3$ |
| I | 0,05 | 2 | 5 | 0,08 | 3 | 5 | 0,39 | 11 | 5 | 12 | 20 | 12 |
| II | 0,09 | 3 | 6 | 0,16 | 5 | 6 | 0,23 | 7 | 6 | 47 | 33 | 39 |
| III | 0,08 | 3 | 5 | 0,14 | 5 | 5 | 0,2 | 7 | 5 | 47 | 30 | 36 |
| IV | 0,08 | 3 | 5 | 0,16 | 6 | 5 | 0,14 | 5 | 5 | 43 | 30 | 43 |

## ДВУХПРОГРАММНЫЕ АНТЕННЫ НА ОБЩЕЙ СТРЕЛЕ

Один из конструктивно удобных вариантов двухпрограммной направленной антенны показан на рис. 34. Эта антенна состоит из четырех вибраторов: двух активных и двух пассивных, расположенных на одной стреле. Общий вид антенны показан на рис. 34,*а*, а схема расположения вибраторов — на рис. 34,*б*. Геометрические размеры антенны на различные сочетания принимаемых каналов приведены в табл. 22.

Таблица 22

| Телевизионные каналы | Размеры, *мм* | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *A* | *B* | *C* | *D* | *a* | *b* | *c* |
| 1—3 | 2 740 | 1 730 | 2 880 | 1 570 | 1 150 | 680 | 620 |
| 2—4 | 2 360 | 1 620 | 2 580 | 1 420 | 960 | 600 | 570 |
| 2—5 | 2 360 | 1 440 | 2 580 | 1 300 | 960 | 570 | 520 |

В качестве активных вибраторов используются шлейф-вибраторы, настроенные соответственно на частоты принимаемых каналов. Соединение их между собой и с об-

щим кабелем снижения производится при помощи разделительного фильтра на отрезках кабелей (рис. 32) или на сосредоточенных постоянных (рис. 33).

В случае, когда соотношение средних частот принимаемых каналов равно 1,5 (например, каналы 1 и 3),

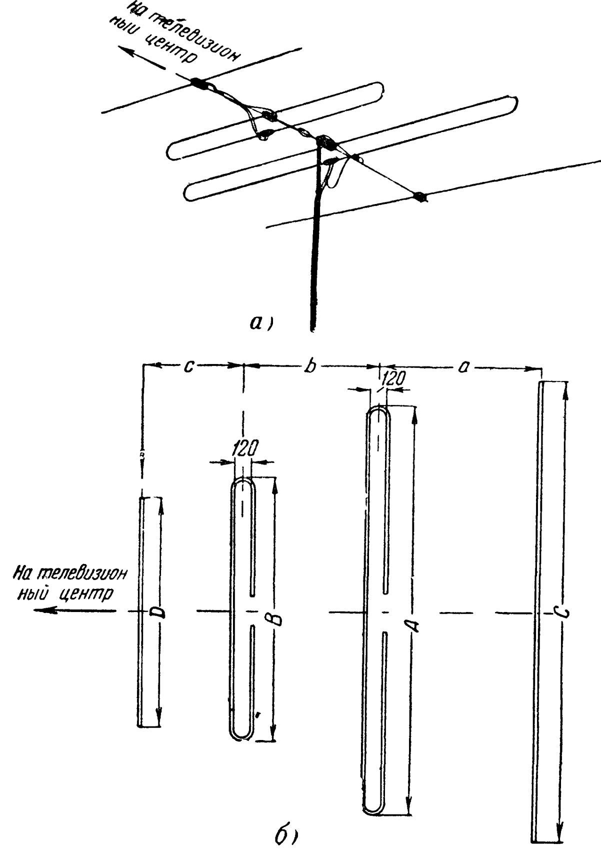



Рис. 34. Двухпрограммная направленная антенна.
*а* — общий вид; *б* — схема расположения вибраторов на стреле.

схему кабельного фильтра можно несколько упростить. Упрощенная схема соединения шлейф-вибраторов для каналов 1 и 3 (две московские программы) показана на рис. 35. Схема эта выполняется из кабелей с волновым сопротивлением 75 *ом*.

Соединение шлейф-вибраторов в антеннах на каналы 2 и 4 или 2 и 5 может быть произведено, например, при помощи фильтра на сосредоточенных постоянных, как показано на рис. 31. Для антенны на каналы 2 и 4 используется фильтр типа III, а на каналы 2 и 5 — типа IV. Данные этих фильтров приведены в табл. 21. Но при этом в отличие от случая, когда используются две раздельные антенны (рис. 30), кабели, соединяющие шлейф-вибраторы с фильтром, должны иметь определенную длину. В антенне на каналы 2 и 4 длина кабеля от шлейф-вибратора канала 2 до фильтра должна быть равна 520 *мм*, а от шлейф-вибратора канала 4 до фильтра — 1 490 *мм*. В антенне на каналы 2 и 5 длины кабелей соответственно равны 520 и 1 430 *мм*.

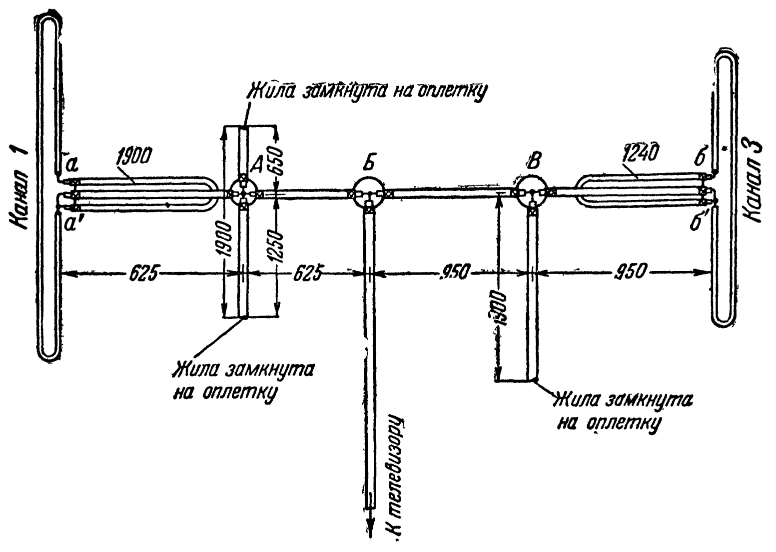



Рис. 35. Схема соединений кабелей двухпрограммной антенны на первый и третий каналы.

Указанные в табл. 22 размеры антенн и длины кабелей между шлейф-вибраторами и фильтром подобраны так, чтобы, например, шлейф-вибратор первого канала являлся на третьем канале рефлектором, а шлейф-вибратор третьего канала — на первом канале директором.

Таким образом, на первом канале антенна работает как трехэлементный «волновой канал». Рефлектором является пассивный вибратор *С*, а директором — шлейф-вибратор *В* (рис. 34,*б*). Пассивный вибратор *D* на работу

антенны на первом канале влияет мало. На третьем канале антенна также представляет собой трехэлементный «волновой канал». Рефлектором служит шлейф-вибратор первого канала, а директором — пассивный вибратор $D$ Пассивный вибратор $C$ на коэффициент усиления антенны на частотах третьего канала влияет мало, но способствует уменьшению задних лепестков диаграммы направленности.

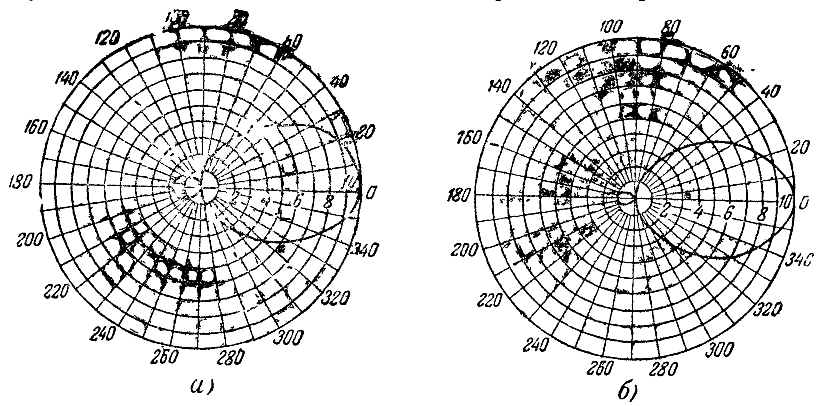



Рис. 36. Диаграммы направленности двухпрограммной антенны на первый и третий каналы.

*а* — на средней частоте первого канала ($f$ = 52 5 *Мгц*); *б*—на средней частоте треть его канала ($f$=80 *Мгц*)

Аналогично работают антенны на каналах 2 и 4 и на каналах 2 и 5.

Коэффициент усиления антенн на каждом из каналов примерно равен коэффициенту усиления трехэлементных антенн, описанных в гл. 4. На рис. 36 приведены для примера диаграммы направленности антенны на каналы 1 и 3 на средних частотах этих каналов.

Такие антенны могут применяться и без пассивных вибраторов. При этом расстояние между шлейф-вибраторами остается таким же, как указано в табл. 22. Такой же остается и схема соединений шлейф-вибраторов.

Диаграммы направленности антенн без пассивных вибраторов на обоих каналах имеют значительно бо́льшие задние лепестки, чем у антенн с пассивными вибраторами. Коэффициент усиления таких антенн на низкочастотном канале равен примерно 1,1, а на высокочастотном канале он равен 1,3—1,4.

Все вибраторы антенны выполняются из металличе-

ских трубок диаметром 12—20 *мм.* Стрела может быть выполнена из металлической трубы, уголка или деревянного бруса любого сечения, обеспечивающего достаточную механическую прочность антенны. Вибраторы можно укреплять на стреле без изоляторов. Стрела с вибраторами устанавливается на металлической или деревянной мачте.

Для изготовления фильтра и снижения может быть использован любой коаксиальный кабель с волновым сопротивлением 75 *ом* (РК-1, РК-3, РК-4 или РК-49). Кабели фильтра после его монтажа укладывают вдоль стрелы в виде жгута и привязывают к ней. Нужно иметь в виду, что небрежная укладка кабеля может привести к искажению диаграммы направленности антенны.

## МНОГОПРОГРАММНЫЕ АНТЕННЫ

Полоса пропускания линейного вибратора зависит от его диаметра: чем больше диаметр, тем шире полоса. Для приема в полосе от 48,5 до 100 *Мгц* (каналы 1—5) разрезной линейный вибратор должен быть настроен на частоту 72 *Мгц* и иметь диаметр, равный 120 *мм.* У такого вибратора в указанной полосе частот направление максимального приема сохраняется, а входное сопротивление изменяется в допустимых пределах. Однако вибратор столь большого диаметра конструктивно очень неудобен

Избежать этого неудобства можно, если каждую из половин вибратора выполнить в виде «веера» из нескольких трубок диаметром 15—20 *мм*, расходящихся от точек подключения кабеля. «Веерный» вибратор по своим полосовым свойствам эквивалентен вибратору из толстых труб. Этот вибратор, настроенный на частоту 72 *Мгц*, имеет в полосе частот 174—230 *Мгц* (каналы 6—12) входное сопротивление, при котором он остается согласованным. Однако использовать его для приема в этом диапазоне нельзя, так как диаграмма направленности вибратора на частотах больших, примерно, 180 *Мгц* раздваивается. На рис. 37 показаны диаграммы направленности вибратора, настроенного на частоту 72 *Мгц*, на частотах 72 и 200 *Мгц*.

Для сохранения в диапазоне 174—230 *Мгц* того же направления максимального приема, что и в диапазоне 48,5—100 *Мгц*, половины «веерного» вибратора должны быть расположены не в одной плоскости, а под углом.

Двенадцатиканальная антенна с малой направленностью, устроенная по этому принципу,

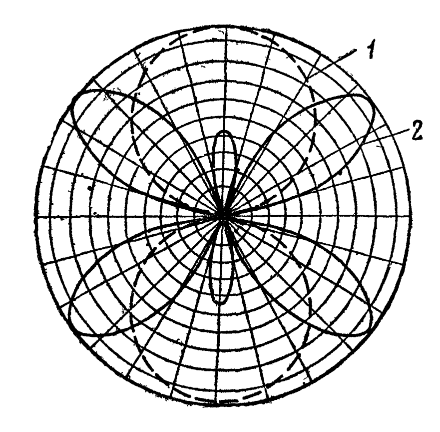



Рис. 37. Диаграммы направленности линейного вибратора, настроенного на частоту 72 *Мгц*.

1 — на частоте 72 *Мгц*; 2 — на частоте 200 *Мгц*.

показана на рис. 38. Коэффициент усиления такой антенны относительно полуволнового вибратора равен, примерно, единице.

Соединение антенны с 75-омным коаксиальным кабелем производится при помощи симметрирующего мостика через трансформатор из кабеля с волновым сопротивлением 90 *ом*. Длины мостика и трансформатора равны $\frac{\lambda}{4}$ на частоте 68 *Мгц* и $\frac{3\lambda}{4}$ на частоте 204 *Мгц*. Длина трансформатора, указанная на рис. 38, взята с учетом укорочения длины волны в кабеле в полтора раза.

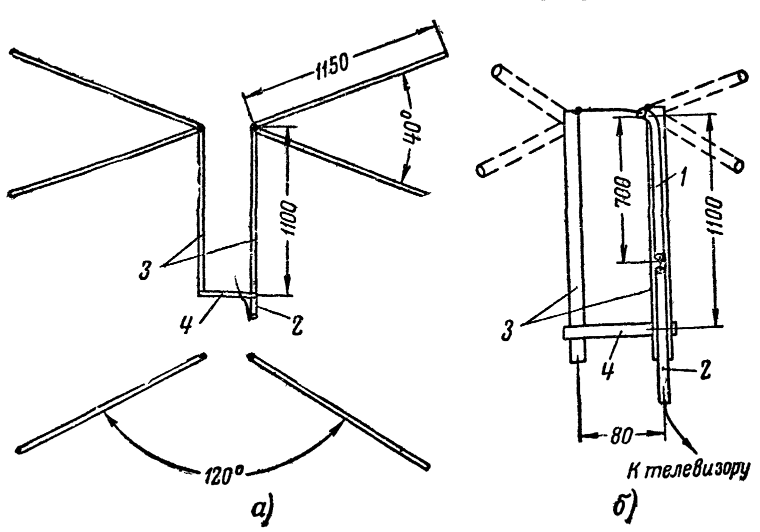



**Рис. 38.** Двенадцатиканальная антенна (*а*) и схема ее питания (*б*).
*1* — трансформатор из кабеля с волновым сопротивлением 90 *ом* (РК-2) длиной 700 *мм*; *2* — кабель снижения (РК-1, РК-3); *3* — трубки симметрирующего мостика; *4* — короткозамыкающая перемычка.

Направленная двенадцатиканальная антенна[1] (рис. 39) является антенной бегущей волны. Антенна состоит из двухпроводной собирательной линии с переменным волновым сопротивлением и шести согнутых под углом 120° линейных вибраторов.

Кабель снижения с волновым сопротивлением 75 *ом* подключается к началу собирательной линии (зазор 1,5 *мм*)

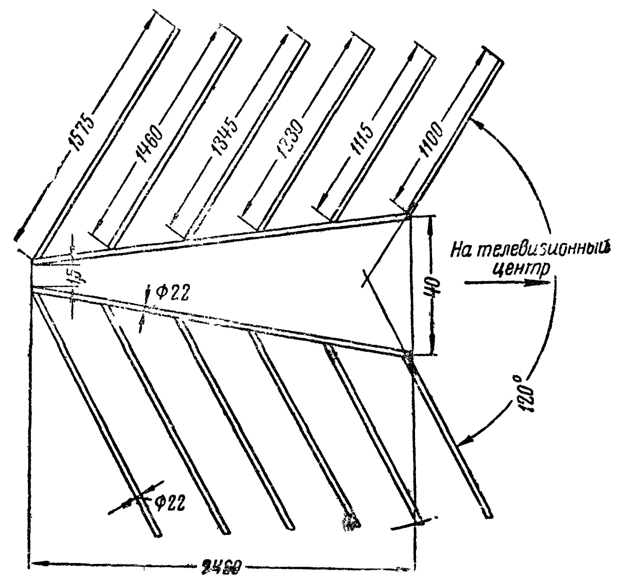



Рис. 39. Двенадцатиканальная направленная антенна.

через четвертьволновой симметрирующий мостик при помощи трансформатора из 50-омного кабеля (РК-6, РК-19 и т. д.). Длина трансформатора 700 *мм*. Мостик конструктивно выполнен так же, как показано на рис. 38,*б*. Размеры антенны показаны на рис. 39.

Коэффициент усиления антенны по напряжению относительно полуволнового вибратора равен на первом и втором каналах 1,5, на третьем, четвертом и пятом — 1,7 и на каналах с шестого по двенадцатый — 2,5.

Начало собирательной линии необходимо закрыть кожухом из органического стекла.

Широкополосная направленная антенна на каналы 6—12 (рис. 40) состоит из активного эле-

---

[1] Антенна предложена В. Д. Кузнецовым.

мента, выполненного в виде прямоугольной рамки из металлической трубки и рефлектора, состоящего из трех горизонтальных трубок, замкнутых на концах двумя вертикальными трубками. Антенна выполняется из трубок диаметром 14—16 *мм*. При расположении длинной сто-

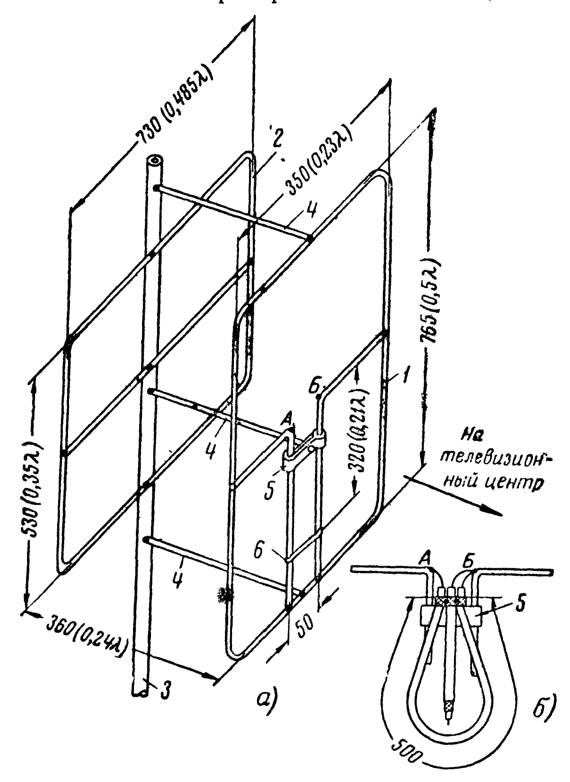



Рис. 40. Устройство направленной антенны на каналы 6—12 (*а*) и схема ее питания (*б*).

*1* — активный элемент (рамка); *2* — рефлектор; *3* — мачта; *4* — стрелы; *5*—перемычка из изоляционного материала; *6*— короткозамыкающая перемычка. Размеры даны по осям трубок.

роны рамки перпендикулярно земле антенна принимает горизонтально поляризованные волны.

Размеры антенны, предназначенной для приема в полосе частот 174—230 *Мгц*, приведены на рис. 40,*а*. Кабель снижения подключается к точкам *А* и *Б*. В этих точках входное сопротивление антенны составляет 300 *ом*. Поэтому подключение коаксиального кабеля с волновым со-

противлением 75 *ом* можно производить через U-колено длиной 500 *мм*. Кабель снижения и U-колено должны отходить от точек *А* и *Б* горизонтально (перпендикулярно плоскости рамки) и подвязываться к мачте.

В качестве снижения антенны можно применить также 300-омный ленточный кабель КАТВ, который подключается к точкам *А* и *В* непосредственно (без промежуточных трансформаторов).

Рамка антенны при помощи трех металлических стрел закрепляется на мачте без изоляторов, так как средние точки горизонтальных ее сторон являются точками нулевого потенциала. Рефлектор антенны крепится на мачте также без изоляторов.

Антенна является однонаправленной и имеет в диапазоне частот 174—230 *Мгц* коэффициент усиления по напряжению, равный 2.

Описанную рамочную антенну удобно применять в радиолюбительском диапазоне 144—146 *Мгц*. Размеры антенны на этот диапазон могут быть подсчитаны по рис. 40,*а*, где они показаны также и в долях длины волны.

ГЛАВА ШЕСТАЯ

# МНОГОПРОГРАММНЫЕ КОМНАТНЫЕ АНТЕННЫ

Особенности структуры электромагнитного поля метровых волн внутри зданий, рассмотренные в гл. 1, определяют основные требования к конструкции комнатной антенны: она должна быть удобна для подбора положения ее в комнате, изменения соотношения э. д. с., наведенных в антенне горизонтальной и вертикальной составляющей поля, и т. д. Для этого антенна прежде всего должна иметь возможно малые габариты.

Однако антенна, размеры которой много меньше $\lambda/2$, имеет малую эффективность. Повысить же эффективность антенны можно только за счет сужения полосы пропускания. Этими обстоятельствами, как будет показано ниже, и определяются минимально возможные габариты комнатной антенны.

Комнатные антенны работают с кабелями, длина которых, как правило, не превышает 2—2,5 *м*. Если антенна рассогласована, то при такой длине кабеля сдвиг повторного изображения относительно основного настолько мал, что не происходит заметного ухудшения качества изображения. Следовательно, для упрощения конструкции

комнатную антенну можно делать несогласованной с кабелем.

Применение симметрирующего устройства в комнатной антенне делает последнюю менее чувствительной к влиянию окружающих предметов и расположению кабеля. При этом облегчается подбор такого положения

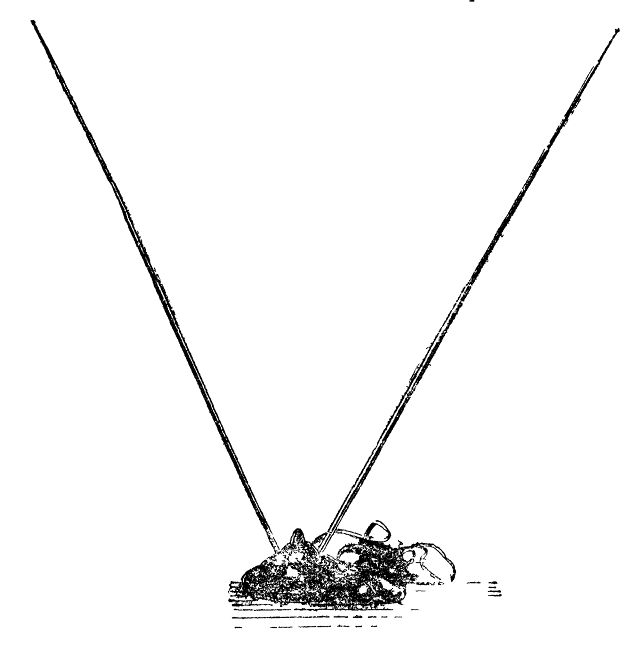


Рис 41 Комнатная телескопическая антенна типа КТТА.

антенны в комнате, при котором получается наилучшее изображение. Тем не менее нужное положение антенны можно подобрать и при отсутствии симметрирующего устройства. Поэтому симметрировать комнатную антенну целесообразно, если только это не вызывает заметного усложнения ее схемы и конструкции.

Комнатная телевизионная телескопическая антенна КТТА, выпускаемая в настоящее время промышленностью, представляет собой линейный полуволновый вибратор телескопической конструкции (рис. 41). Антенна может быть использована на любом из пяти первых телевизионных каналов в диапазоне 48,5—100 *Мгц*. Переход с канала на канал производится путем изменения длины вибратора. Половины вибратора,

закрепленные в пластмассовом основании, состоят каждая из четырех входящих друг в друга трубок.

Точную длину, до которой должны быть раздвинуты половины вибратора для каждого канала, указать трудно, так как она зависит от положения вибратора относительно стен и различных предметов, находящихся в комнате. Примерная длина каждой половины вибратора для любого из пяти каналов указана в табл. 23.

Таблица 23

| Телевизионные каналы . . . | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Длина половины вибратора, *мм* . . . | 1 350—1 450 | 1 150—1 250 | 850—950 | 750—850 | 700—800 |

На небольших расстояниях до телевизионного центра достаточная контрастность изображения может быть получена и при длине каждой половины вибратора, меньшей, чем указано в табл. 23.

Подключение антенны к телевизору производится коаксиальным кабелем РК-1 или двухпроводным симметричным шнуром.

Для упрощения и удешевления антенна не снабжается симметрирующим устройством, что не является значительным недостатком антенны, ибо в большинстве случаев сам вибратор, установленный в комнате, теряет симметрию вследствие неодинакового расположения половин вибратора относительно стен комнаты и различных предметов.

Диаграмма направленности антенны в горизонтальной плоскости имеет форму восьмерки, а коэффициент усиления равен единице. Полоса пропускания антенны составляет примерно 10 *Мгц* при неравномерности ±0,5 *дб*.

Таким образом, электрические параметры антенны позволяют получить хорошее изображение. Однако в связи со спецификой приема телевизионных сигналов внутри помещений, о чем рассказывалось в гл. 1, реализовать полностью достоинства антенны удается не всегда. В этом отношении решающее значение имеет удачный выбор места установки антенны.

Выпускаемые в настоящее время различные телевизионные телескопические антенны сходны в основном по своим электрическим и конструктивным данным и лишь

немного различаются отдельными элементами конструкции.

Двенадцатиканальная комнатная антенна может быть выполнена так же, как антенна КТТА если только число колен телескопических трубок и длину колен подобрать так, чтобы при полностью вдвинутых трубках длина каждой половины вибратора составляла 370, а при полностью выдвинутых 1 400 *мм*.

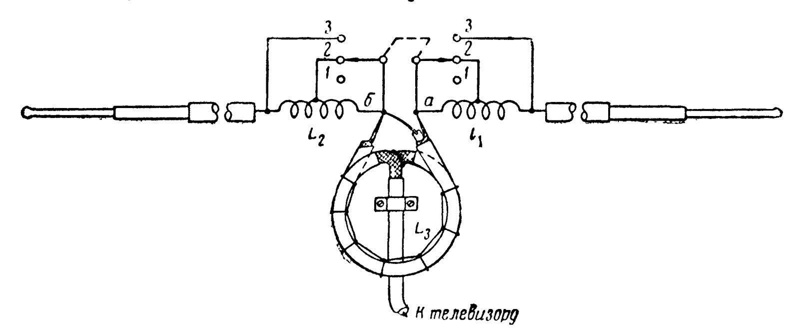



Рис. 42. Схема двенадцатиканальной комнатной антенны

При изменении длины трубок в указанных пределах антенна может быть настроена на частоту любого канала Однако габариты этой антенны на низкочастотных каналах (1—3) получаются настолько большими, что антенну неудобно использовать в комнате.

Более удобная конструкция двенадцатиканальной комнатной антенны может быть получена, если укоротить длину каждой половины вибратора и катушками индуктивности скомпенсировать емкостную составляющую входного сопротивления короткого вибратора, настроив тем самым антенну в резонанс.

Длина каждой половины вибратора телескопической конструкции при полностью выдвинутых трубках должна составлять 770 *мм*, т. е. почти вдвое меньше, чем у антенны КТТА. Сделать вибратор короче нельзя, так как это приведет к сужению полосы пропускания на первом (самом длинноволновом) канале.

Схема антенны показана на рис. 42. Компенсирующие катушки $L_1$ и $L_2$ включены последовательно с половинами вибратора антенны. Коммутация в схеме антенны осуществляется при помощи двухполюсного переключателя на три положения. В положении *1* переключателя (обе катушки включены полностью) при полностью выдвинутых

трубках антенна работает на первом, а в положении *2* (часть витков катушек закорочена) на втором канале. В положении *3* (обе катушки полностью закорочены) антенна работает на каналах с третьего по двенадцатый, причем на третьем канале трубки выдвинуты полностью, на четвертом и пятом длина каждой половины вибратора должна быть 650, а на каналах с шестого по двенадцатый 350 *мм*.

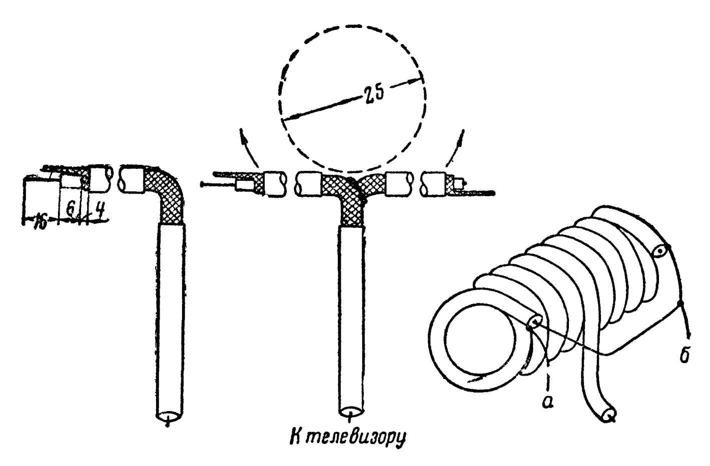



Рис. 43. Устройство катушки

Антенна соединяется с приемником коаксиальным кабелем с волновым сопротивлением 75 или 50 *ом*. Подключение кабеля к антенне производится через симметрирующую катушку $L_3$, как показано на рис. 42.

Катушка $L_3$, изготавливаемая из того же кабеля, что и снижение, наматывается на картонном каркасе диаметром 25 *мм* и закрепляется нитяным бандажом. Она состоит из двух симметричных частей по четыре витка в каждой, которые наматываются на каркас в направлении стрелок, показанных на рис. 43. Конец последнего витка части катушки, являющейся продолжением кабеля снижения, подключается собранной в жгут оплеткой к точке *а* катушки $L_1$, а жилой — к точке *б* катушки $L_2$ (рис. 42). Конец последнего витка другой половины катушки подключается собранной в жгут оплеткой к точке *б* катушки $L_2$, а жила этой половины катушки обрезается с обеих сторон и никуда не подсоединяется. Витки катушки $L_3$ укладываются на каркасе вплотную.

Катушки $L_1$ и $L_2$ содержат по восьми витков и наматываются (шаг намотки 2 *мм*) проводом ПЭЛ 0,8 на каркасы диаметром 13 *мм*, изготовленные из органического стекла, текстолита или другого изоляционного материала. Отвод к переключателю делается от третьего витка, считая соответственно от точек *а* и *б*. Длина монтажных проводов должна быть минимальной.

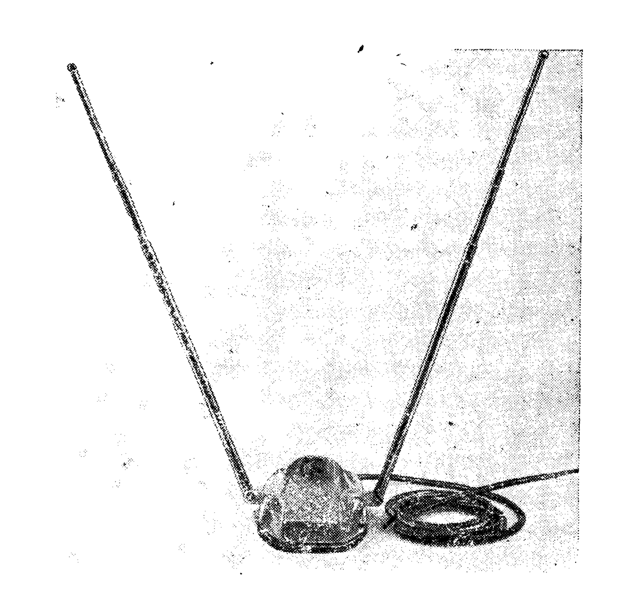


Рис. 44. Внешний вид двенадцатиканальной комнатной антенны.

Каждая половина вибратора антенны состоит из трех входящих друг в друга латунных, алюминиевых или стальных трубок. Диаметр самой тонкой трубки должен быть не менее 6 *мм*. Желательно, чтобы обе половины вибратора были закреплены на основании антенны при помощи шарниров, как показано на рис. 44. Шарнирное крепление трубок позволяет наилучшим образом ориентировать антенну.

Коэффициент усиления антенны на первом и втором каналах равен 0,8, а на остальных — 1.

Укороченный шлейф-вибратор является малогабаритной комнатной антенной, которую удобно применять главным образом в диапазоне частот 174—230 *Мгц*

(каналы 6—12), так как в этом диапазоне такая антенна может применяться без перестройки.

Длина обычного шлейф-вибратора равна примерно половине длины волны. Если такой вибратор разрезать в середине сплошного стержня, как показано на рис. 45,*а*, то его резонансная длина уменьшится примерно вдвое.

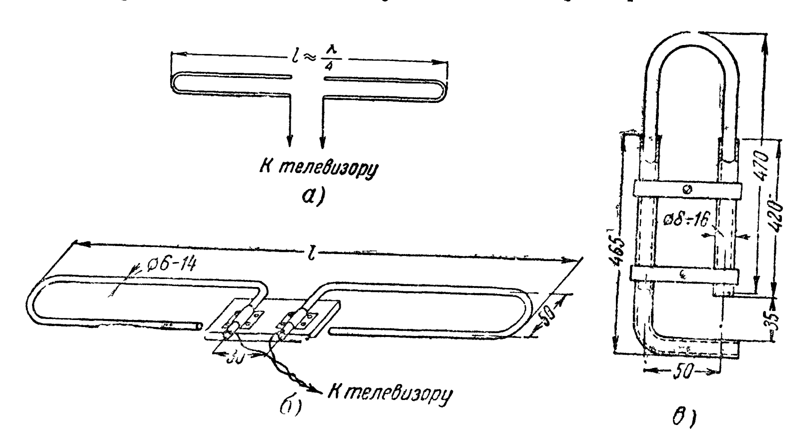



Рис. 45. Укороченный шлейф-вибратор.

*а* — схема антенны; *б* — конструкция антенны, *в* — конструкция одной половины перестраивающегося вибратора для приема двух московских программ

В качестве наружной антенны укороченный шлейф-вибратор не используется, потому что он имеет входное сопротивление, равное примерно 15 *ом*, и его трудно согласовать с кабелем, сохранив достаточно широкую полосу.

В качестве же комнатной антенны, где согласование и симметрирование не обязательны, использование укороченного шлейф-вибратора целесообразно.

Размеры укороченного шлейф-вибратора приведены в табл. 24.

Таблица 24

| Телевизионные каналы . . . | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6—12 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Длина вибратора *l*, *мм* . . . | 1 720 | 1 450 | 1 070 | 1 020 | 940 | 420 |

Конструктивно антенна представляет собой две половины шлейф-вибратора, закрепленные на текстолитовой или гетинаксовой пластине (рис. 45,*б*). Укрепляются они

на пластине либо неподвижно, либо так, что каждая половина может вращаться вокруг своей горизонтальной оси.

Для приема двух программ телевидения укороченный шлейф-вибратор может быть сделан перестраивающимся. При этом каждая половина вибратора должна быть выполнена в виде двухколенной телескопической конструкции (тромбона), как показано на рис. 45,*в*. Размеры антенны предусмотрены такими, чтобы ее можно было перестраивать для приема любой из двух программ теле

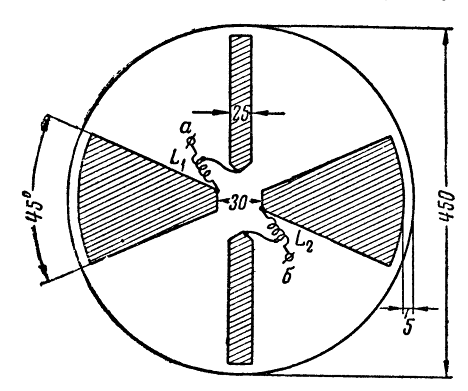



Рис. 46. Встроенная двенадцатиканальная антенна.

видения в Москве. Для приема первой программы общую длину антенны нужно установить равной 1 720, а для второй — 1 070 *мм*.

Многопрограммной перестраивающейся эту антенну сделать нельзя, так как чрезвычайно трудно выполнить тромбон с числом колен более двух.

К симметричному входу приемника антенна подключается кабелем КАТВ или любым другим двухпроводным фидером. К несимметричному (коаксиальному) входу приемника антенна может подключаться любым кабелем.

Диаграмма направленности антенны в горизонтальной плоскости имеет форму восьмерки, максимум которой направлен перпендикулярно вибратору. По коэффициенту усиления эта антенна несколько уступает укороченному линейному вибратору.

Встроенная в телевизор антенна, работающая без перестройки на всех двенадцати каналах, представляет собой сочетание двух коротких линейных вибраторов. Эскиз антенны с указанием ее основных размеров приведен на рис. 46.

Антенна выполняется следующим образом. На текстолитовый или фибровый диск толщиной 2—3 *мм* и диаметром 450 *мм* наклеиваются вибраторы из медной или алюминиевой фольги. Один из вибраторов имеет форму секторов окружности, а другой сделан в виде двух полосок. Настройка вибраторов в резонанс осуществляется катушками индуктивности $L_1$ и $L_2$, каждая из которых содержит по 13 витков провода ПЭЛ 1,0. Диаметр намотки равен 9, а шаг 1,5 *мм*. Кабель, соединяющий антенну со входом приемника, подключается к точкам *а* и *б* катушек $L_1$ и $L_2$. Отпайки делаются от третьего витка, считая от точек подключения кабеля. Длина кабеля 30—40 *см*.

Антенна располагается внутри ящика телевизора непосредственно под верхней крышкой катушками вниз. Зазор между диском антенны и крышкой составляет 5—6 *мм*. Укрепляется антенна на крышке металлическим или диэлектрическим штифтом, который проходит через отверстие в центре диска. На этом же штифте, как на оси, диск вращается, что дает возможность расположить антенну наилучшим образом.

Точку, в которой центр диска укрепляется к верхней крышке, нужно выбрать так, чтобы диск выходил на 3—4 *мм* за заднюю крышку ящика телевизора в специально прорезанную в задней крышке щель высотой 4—5 *мм*, благодаря чему диск можно вращать, не снимая крышки. Взаимное расположение диска и щели по высоте должно быть таким, чтобы диск своей гладкой стороной (т. е. стороной, обращенной к верхней крышке телевизора), не перекашиваясь, слегка терся о верхний край щели. Это делает диск более устойчивым и обеспечивает фиксацию его положения после ориентировки антенны.

Встроенную антенну можно подключать как к 300-омному входу телевизора при помощи симметричного кабеля КАТВ с волновым сопротивлением 300 *ом*, так и к 75-омному входу при помощи кабеля РК-1 или симметричного фидера, сделанного из свитых монтажных проводов. Выгоднее все же подключать встроенную антенну к 300-омному входу, так как при этом эффективность антенны на краях рабочей полосы частот получается более высокой, а ее частотная характеристика в пределах каждого телевизионного канала более равномерной.

При подключении встроенной антенны к 300-омному входу телевизора неравномерность частотной характеристики в полосе частот третьего телевизионного канала не

превышает 1 *дб*, а в полосе частот любого другого телевизионного канала она еще меньше.

В диапазоне частот 48,5—100 *Мгц* коэффициент усиления антенны меняется от 0,1 до 0,3. На частотах 174—230 *Мгц* коэффициент усиления равен 0,6—0,7.

Достаточную контрастность при приеме на многоканальную встроенную антенну передач Московского телевизионного центра можно получить в радиусе примерно 5—6 *км*, если телевизор обладает чувствительностью 100—200 *мкв*. При чувствительности телевизора 500—1 000 *мкв* встроенной антенной можно пользоваться только в радиусе 2—3 *км* от телевизионного центра.

ГЛАВА СЕДЬМАЯ

# РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ И УСТАНОВКЕ ПРИЕМНЫХ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ АНТЕНН

Токонесущие элементы антенн (активные и пассивные вибраторы, рамки, симметрирующие мостики и т. п.) можно изготавливать из металлических трубок, плоских лент или уголков. При сборке антенны следует избегать контактирования разнородных металлов, образующих недопустимые гальванические пары. Наличие такой гальванической пары приводит к коррозии в месте стыка разнородных металлов.

В табл. 25 приведены недопустимые, а в табл. 26 некоторые допустимые гальванические пары.

Поясним сказанное на двух примерах:

1. К вибратору, изготовленному из стальных трубок, присоединить медную жилу коаксиального кабеля можно одним из следующих способов:

а) непосредственной пайкой, с обязательным предварительным лужением конца жилы и части поверхности трубки;

Таблица 25

| Металлы и сплавы основные | Металлы и сплавы дополнительные |
|---|---|
| Алюминий, дюралюминий | Медь, латунь, бронза, никель, олово, хром |
| Цинк | Медь, латунь, бронза |
| Сталь нелегированная, олово, оловянно-свинцовые сплавы | Медь |

Таблица 26

| Металлы и сплавы основные | Металлы и сплавы дополнительные |
|---|---|
| Алюминий, дюралюминий | Сталь нелегированная, цинк |
| Цинк | Алюминий, дюралюминий, никель, хром, сталь легированная и нелегированная, олово свинец, оловянно-свинцовые сплавы |
| Медь, латунь, бронза | В любых сочетаниях между собой, а также хром, никель, легированные стали и оловянно-свинцовые сплавы при пайке (припой типа ПОС) |
| Сталь нелегированная | Алюминий, дюралюминий, хром, никель, оловянно-свинцовые сплавы (припой типа ПОС) |

б) зажимом под стальной оцинкованный винт, с обязательным предварительным лужением конца медной жилы, соприкасающейся со сталью;

в) пайкой к стальному оцинкованному лепестку, приклепанному к трубке, с обязательным лужением конца медной жилы кабеля.

Нельзя прижимать необлуженную медную жилу кабеля к стальной трубке, так как при этом образуется недопустимая гальваническая пара (медь — сталь или медь — цинк, если трубка или винт оцинкованные).

2. К вибратору, изготовленному из медных трубок, жилу коаксиального кабеля можно припаивать непосредственно, а также поджимать медным винтом или припаивать к медному лепестку, приклепанному к трубке.

Медный лепесток в месте соприкосновения с медной трубкой не должен быть облужен, так как медь и оловянно-свинцовый припой образуют при соприкосновении недопустимую гальваническую пару.

Нельзя приклепывать к меди стальные лепестки (оцинкованные или не оцинкованные) или поджимать жилу к медной трубке стальным винтом.

При паянии следует применять бескислотные флюсы, например канифоль, так как остатки кислоты приводят к усиленной коррозии металла в месте пайки.

Необходимо отметить, что пайка, сделанная оловянно-свинцовым припоем типа ПОС, обладает невысокой механической прочностью, поэтому кабель нужно обязательно закрепить на небольшом расстоянии от места пайки (во избежание ее разрыва).

В качестве изоляционных материалов при изготовлении антенн можно применять органическое стекло (плексиглас) полистирол, гетинакс, текстолит и керамику.

Применять дерево в качестве изоляционного материала можно лишь в крайних случаях, предварительно проварив его в парафине.

Нужно иметь в виду, что из всех перечисленных материалов полистирол обладает наилучшими электрическими параметрами, но он механически недостаточно прочен и не может нести заметных механических нагрузок.

Обнаружение и устранение неисправностей в антеннах, особенно в антеннах дальнего приема, установленных на высоких мачтах, является очень трудоемким и сложным делом, так как связано с необходимостью опускания антенны Поэтому в процессе изготовления и установки антенн необходимо следовать некоторым советам, соблюдая которые можно избежать преждевременного выхода антенны из строя:

1. При монтаже кабельных соединений в антенне необходимо тщательно следить за тем, чтобы жила кабеля не была надрезана и чтобы волоски металлической оплетки кабеля не могли случайно коснуться жилы.

2. Кабели междуэтажных соединений, симметрирующие петли и т. п. необходимо подвязывать или крепить хомутами к стреле или к мачте.

3. Кабель снижения необходимо крепить к мачте или подвешивать на тросе, чтобы кабель не вытягивался под действием собственного веса. Это особенно важно для антенн «дальнего приема», где кабель имеет большую длину.

4. Соединительные кабельные коробки, в которых производится распайка кабелей, полезно заливать церезином (минеральным воском) или стеарином.

---




## СОДЕРЖАНИЕ



---

## ОТ РЕДАКЦИИ «МАССОВОЙ РАДИОБИБЛИОТЕКИ»

Выпуская второе, переработанное и дополненное издание брошюры С. Е. Загика и Л М Капчинского «Приемные телевизионные антенны», редакция «Массовой радиобиблиотеки» просит читателей прислать свои отзывы о ней и сообщить, в какой мере она помогла в практике телевизионного приема.

В текущем году редакция выпускает восемь брошюр и книг по вопросам телевидения, из которых четыре уже вышли

1 Ельяшкевич С. А., Устранение неисправностей в телевизоре, 80 стр.

2. Самойлов Г. П., Развертывающие устройства в телевизора и их неисправности, 72 стр.

3. Акулиничев И. Т., Любительский телевизор, 48 стр.

4. Пилтакян А. М., Одиннадцатиламповый телевизор, 32 стр.

Данная брошюра — пятая.

Во втором полугодии выйдут остальные три брошюры:

1. Сотников С. К., Дальний прием телевидения, 4 л.

2. Богатов Г. Б. и Бялик Г. И., Прикладные телевизионные установки, 4 л.

3. Ангафоров А. Т., Приемные трубки для цветного телевидения, 1 л.

На 1959 г. запроектированы следующие издания по разделу телевидения:

1. Ельяшкевич С. А., Проверка ламп в телевизорах (переиздание с дополнениями), 3 л.

2. Самойлов Г. П., Усовершенствование телевизора, 5 л.

3. Левин С. Д. и Ломозова Н. В., В помощь телезрителю, 4 л.

4. Пилтакян А. М., Проекционное устройство к телевизору, 2 л.

5. Загик С. Е. и Капчинский Л. М., Коаксиальные кабели, 3 л.

6. Зверевич Н. Е., Налаживание любительского телевизора, 6 л.

Редакция «Массовой радиобиблиотеки» приступила к составлению перспективного тематического плана В этом плане достаточно широко должна быть отражена телевизионная тематика

Участие самих читателей в создании перспективного плана поможет редакции определить наиболее актуальные новые темы и выявить пожелания радиолюбителей по переизданию ранее выпускавшихся книг и брошюр.

Поэтому просим написать нам Ваши предложения о том, какие книги и брошюры по вопросам телевидения следует издать в ближайшие 3—4 года. Предлагайте новые книги, пишите, какие книги следует переиздать, укажите, следует ли издавать описания любительских телевизоров Какие нужны справочники по вопросам телевидения.

Письма просим направлять по адресу — Москва Ж-114, Шлюзовая набережная, 10, Госэнергоиздат.

*Редакция „Массовой радиобиблиотеки"*